

A-18

СПРАВОЧНИК

В. С. АЛТУНИН  
Т. М. БЕЛАВЦЕВА

# КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ



ТС-108

628.3

В. С. АЛТУНИН  
Т. М. БЕЛАВЦЕВА

СПРАВОЧНИК

# КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ



МОСКВА "КОЛОС" 1993



ББК 38.761.1  
А52  
УДК 628.394(035)

Редактор Л. С. Кузнецова

Алтунин В. С., Белавцева Т. М.

А52      Контроль качества воды: Справочник. — М.: Колос, 1993. — 367 с.: ил.  
ISBN 5-10-002308-2

Рассказано о приборах и устройствах, предназначенных для контроля качества воды. Приведены принципы их действия, особенности конструкции, основные технические данные и условия эксплуатации.

Для специалистов, занимающихся вопросами водного хозяйства.

А  $\frac{3802000000-140}{035(01)-93}$  Заказная

ББК 38.761.1

ISBN 5-10-002308-2

© В. С. Алтунин, Т. М. Белавцева, 1993



# 1. КАЧЕСТВО ВОДЫ

## 1.1. ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОДЫ

Под качеством воды понимают характеристику состава и свойств воды, определяющую пригодность ее для конкретных видов водопользования (ГОСТ 17.1.1.01).

Неизбежным следствием развития народного хозяйства, роста жизненного уровня и культуры населения является повышение требований к качеству природных вод и увеличение водопотребления.

На качество природных вод влияют природные естественные и антропогенные факторы. К естественным факторам относят условия формирования поверхностного или подземного водного стока, разнообразные природные явления, накопление органических веществ в результате отмирания растительных и животных организмов, к антропогенному фактору — природопреобразующую деятельность людей.

Последствием развития индустрии, промышленного и коммунального строительства, транспорта, хозяйственной и бытовой деятельности человека является загрязнение водной среды, ухудшение качества воды.

Вещество, вызывающее нарушение норм качества воды (установленные значения показателей качества воды по видам водопользования), называют загрязняющим. Выделяют химическое, физическое и биологическое загрязнения воды.

*Химическое загрязнение* представляет собой изменение естественных химических свойств воды в результате увеличения содержания в ней вредных примесей как неорганической (минеральные соли, кислоты, щелочи, глинистые частицы и т. п.), так и органической природы (нефть и нефтепродукты, органические остатки, поверхностно-активные вещества, пестициды и т. п.).

Основная причина химического загрязнения водных объектов — сброс в водоемы неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод промышленных предприятий, коммунального и сельского хозяйства.

*Физическое загрязнение* связано с изменением физических параметров водной среды и определяется тепловыми, механическими и радиоактивными примесями. Источником теплового загрязнения природных вод является сброс подогретых вод ТЭС, АЭС или сточных вод производств. Радиоактивное загрязнение природных вод обусловлено поступлением радиоактивных отходов в водные объекты от предприятий, добывающих радиоактивное сырье, обогатительных фабрик радиоактивных руд, атомных электростанций, а также от различных предприятий и учреждений, использующих в своей работе радионуклиды.

*Биологическое загрязнение* заключается в изменении свойств водной среды в результате увеличения количества несвойственных ей видов микроорганизмов, растений и животных (бактерии, грибы, простейшие, черви), привнесенных извне.

Бактериальные и биологические загрязнения попадают в природные воды главным образом с бытовыми сточными водами (воды кухонь, туалетных комнат, прачечных, столовых, больниц) и стоками некоторых промышленных предприятий.

Все загрязняющие вещества, поступающие в природные воды, вызывают в



них различные качественные изменения, которые могут проявляются в следующем виде:

изменение физических свойств (нарушение первоначальной прозрачности и окраски, возникновение неприятных запахов и привкусов и т. п.);

изменение химического состава, в частности появление в воде вредных веществ;

появление плавающих веществ на поверхности воды и отложений на дне;

сокращение в воде количества растворенного кислорода вследствие расхода его на окисление поступающих в водоем органических веществ загрязнения; появление новых бактерий, в том числе болезнетворных.

Загрязнение природных вод приводит к тому, что они оказываются непригодными для питья, купания, а иногда и для технических нужд. Особенно пагубно загрязнение водоемов отражается на рыбах, водоплавающих птицах, животных и других живых организмах: они заболевают и гибнут.

Сведения о влиянии различных примесей на состояние водного объекта приведены в таблице 1.1.

#### 1.1. Примеси в воде и их влияние на состояние водного объекта [7]

| Примеси                                             | Состав примесей                                                                                                                                              | Влияние на объект                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Механические                                        | Песок, глина, шлак, рудные включения                                                                                                                         | Обмеление реки, заиливание водохранилищ; замедление развития водных организмов, дефицит кислорода                                                   |
| Минеральные химические (растворы, коллоиды, взвеси) | Тяжелые металлы: ртуть, медь, кадмий, свинец, цинк, марганец, никель<br>Минеральные удобрения, содержащие биогенные элементы: азот, фосфор, углерод, кремний | Токсическое действие на водные организмы<br>Евтрофирование, вызывающее "цветение" воды                                                              |
| Органические (растворы, коллоиды, взвеси):          |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                     |
| легкоокисляемые                                     | Органические вещества сточных вод пищевых предприятий и другие биологически мягкие вещества                                                                  | Дефицит кислорода; изменяется pH; ухудшаются органолептические свойства; бурно развиваются синезеленые водоросли                                    |
| трудноокисляемые                                    | Нефть и нефтепродукты; фенольные соединения; жесткие синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ); стойкие пестициды                                  | Высокая стойкость и токсичность; придают воде неприятные запах и привкус; ограничивают пригодность ее для питья и водопоя; трудно удаляются из воды |
| Биологические                                       | Бактерии, водоросли, простейшие черви, яйца гельминтов, грибы и др.                                                                                          | Образуют устойчивые взвеси обрастания подводных предметов; участвуют в самоочищении и вторичном загрязнении водного объекта                         |



Источниками загрязнения подземных вод могут быть: места хранения и транспортировки промышленной продукции и отходов производства; места аккумуляции коммунальных и бытовых отходов; сельскохозяйственные или другие угодья, на которых применяются удобрения, пестициды и другие химические вещества; загрязненные участки поверхностных водных объектов, питающих подземные воды; загрязненные участки водоносного горизонта, естественно или искусственно связанного со смежными водоносными горизонтами; участки инфильтрации загрязненных атмосферных осадков; промышленные площадки предприятий; поля фильтрации; буровые скважины и другие горные выработки.

Наиболее распространено микробное и химическое загрязнение подземных вод.

Микробному загрязнению чаще подвергаются грунтовые воды. Очаги загрязнения образуются при наличии полей ассенизации и фильтрации, скотных дворов, выгребных ям, через которые происходит прямая фильтрация загрязненных вод.

Загрязнение подземных вод химическими веществами может осуществляться через загрязненные поверхностные воды, которые питают подземные.

В подземные воды могут поступать поверхностно-активные вещества (ПАВ). Загрязнение ПАВ наблюдается при использовании почвенных методов очистки сточных вод, в состав которых входят ПАВ, при пополнении запасов подземных вод из поверхностных водоисточников, содержащих ПАВ.

Загрязнение артезианских вод может иметь место при сбросе сточных вод в поглощающие скважины, а также при протекании загрязненных грунтовых вод через корродированные трубы и затрубное пространство заброшенных скважин, имеющих дефекты.

Источниками загрязнения морской среды служат: непосредственные выбросы загрязняющих веществ в моря и океаны при перевозке нефтепродуктов, особенно при аварии танкеров; подводная разработка и добыча минеральных ресурсов; речной сток; прямой сток с суши; атмосферный перенос; подводные выбросы нефти и газа.

## 1.2. НОРМЫ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД

При оценке степени загрязнения природных вод используют нормативы вредных веществ в воде. Концентрацию вещества в воде, выше которой вода непригодна для одного или нескольких видов водопользования, называют предельно допустимой концентрацией (ПДК).

Различают следующие виды водопользования: хозяйственно-питьевое; коммунально-бытовое; лечебное, курортное и оздоровительное; для сельскохозяйственного производства; орошение; промышленное; гидроэнергетическое; водный транспорт и лесосплав; рыбохозяйственное; сброс сточных вод; санитарные выпуски и пр.

В нашей стране ПДК вредных веществ в водных объектах нормирована для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования.

При отсутствии установленных нормативов водопользователи должны обеспечить осуществление необходимых исследований воды с целью определения степени вредности содержащихся в ней ингредиентов и обоснования для них ПДК.







| Показатели состава и свойств воды                          | Водопользование                                                                                                                                                                     |                                                        |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                            | хозяйственно-питьевое                                                                                                                                                               | культурно-бытовое                                      |
| Запахи и привкусы                                          | Интенсивность более 2 баллов не допускается<br>Обнаруживаются непосредственно или при последующем хлорировании<br>Вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу рыб  |                                                        |
| Окраска                                                    | Не должна обнаруживаться в столбике воды<br>20 см                                                                                                                                   | 10 см                                                  |
| Температура                                                | Летняя температура в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды в самый жаркий месяц за последние 10 лет |                                                        |
| Водородный показатель (рН)                                 | Не должен выходить за пределы 6,5...8,5 рН                                                                                                                                          |                                                        |
| Минерализация воды                                         | Не должна превышать по сухому остатку 1000 мг/л, в том числе хлоридов 350 мг/л и сульфатов 500 мг/л                                                                                 | Нормируется по приведенному выше показателю "привкусы" |
| Растворенный кислород                                      | Не менее 4 мг/л в любой период года в пробе, отобранной до 12 ч дня                                                                                                                 |                                                        |
| Биохимическое потребление кислорода (БПК <sub>полн</sub> ) | При 20 °С не должно превышать<br>3 мг/л                                                                                                                                             | 6 мг/л                                                 |
| Возбудители заболеваний                                    | Не допускаются                                                                                                                                                                      |                                                        |
| Ядовитые вещества                                          | Не должны содержаться в концентрациях, оказывающих прямо или косвенно вредное влияние на здоровье людей                                                                             |                                                        |

1.3. ПДК вредных веществ в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, мг/л [7]

| Вещество                                                            | ЛПВ                         | ПДК  |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|
| Адипат натрия                                                       | Санитарно-токсикологический | 1,0  |
| Акриламид                                                           | То же                       | 0,01 |
| Алкамон ОС-2                                                        | Органолептический           | 0,5  |
| Алкиламидометансульфонат натрия                                     | То же                       | 0,5  |
| Алкиламинопропионитрил C <sub>17</sub> ...C <sub>20</sub>           | »                           | 0,05 |
| Алкилбензилдиметиламмоний хлорид C <sub>19</sub> ...C <sub>16</sub> | »                           | 0,3  |
| Алкилбензилдиметиламмоний хлорид C <sub>17</sub> ...C <sub>20</sub> | »                           | 0,5  |



| Вещество                                                                                                    | ЛПВ                         | ПДК              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------|
| Алкилбензолсульфонат аммоний                                                                                | Санитарно-токсикологический | 1                |
| Алкилбензолсульфонат кальция<br>(галамс)                                                                    | Органолептический           | 0,2              |
| Алкилбензолсульфонат триэтанол-<br>амина                                                                    | То же                       | 1                |
| Алкилбензолсульфонат<br>(хлорный сульфол)                                                                   | »                           | 0,5              |
| Алкилдиметиламин                                                                                            | Санитарно-токсикологический | 0,2              |
| Алкилдиметилбензиламмоний<br>хлорид (катамин АБ)                                                            | То же                       | 0,1              |
| Алкилполиоксиэтиленгликоле-<br>вого эфира сульфоянтарной кис-<br>лоты динатриевая соль (сукци-<br>нол ДТ-2) | Органолептический           | 0,1              |
| Алкилпропилендиамин                                                                                         | То же                       | 0,16             |
| Алкилсульфаты                                                                                               | »                           | 0,5              |
| Алкилсульфонаты                                                                                             | »                           | 0,5              |
| Алкилтриметиламмоний хлорид                                                                                 | Санитарно-токсикологический | 0,2              |
| Алкилфенол сланцевые                                                                                        | Органолептический           | 0,1              |
| Аллилизотиуроний хлорид                                                                                     | То же                       | 0,004            |
| Аллилмеркаптан                                                                                              | »                           | 0,0002           |
| Аллилхлористый                                                                                              | »                           | 0,3              |
| Аллилцианистый                                                                                              | Санитарно-токсикологический | 0,1              |
| Алюминий                                                                                                    | То же                       | 0,5              |
| Алюминия оксихлорид                                                                                         | Органолептический           | 1,5*             |
| Альфапол                                                                                                    | Органолептический           | 0,1 <sup>8</sup> |
| 5,6-Амино/2-п-аминофенил/бен-<br>зимидазол                                                                  | Санитарно-токсикологический | 1                |
| 4-Аминооксиэтилэтиланилин-<br>сульфат                                                                       | Органолептический           | 0,2              |
| 4-Амино-3,5,6-трихлорпиколинат<br>калия (хлорамп)                                                           | Санитарно-токсикологический | 10               |
| 4-Амино-3,5,6-трихлорпиколинат<br>натрия                                                                    | То же                       | 10               |
| о-Аминофенол                                                                                                | Органолептический           | 0,01             |
| п-Аминофенол                                                                                                | »                           | 0,05             |
| N-β-Аминоэтилпиперазин                                                                                      | Санитарно-токсикологический | 0,6              |
| Амины C <sub>7</sub> ...C <sub>9</sub>                                                                      | Органолептический           | 0,1              |
| Амины C <sub>10</sub> ...C <sub>15</sub>                                                                    | То же                       | 0,04             |
| Амины C <sub>16</sub> ...C <sub>20</sub>                                                                    | »                           | 0,03             |
| Аммиак (по азоту)                                                                                           | Санитарно-токсикологический | 2                |
| Ампициллин                                                                                                  | То же                       | 0,02             |
| о-Анизидин                                                                                                  | »                           | 0,02             |
| п-Анизидин                                                                                                  | »                           | 0,02             |
| Анизол                                                                                                      | »                           | 0,05             |
| Аниlid салициловой кислоты                                                                                  | Органолептический           | 2,5              |



| Вещество                                                   | ЛПВ                         | ПДК      |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------|
| Анилин                                                     | Санитарно-токсикологический | 0,1      |
| $\alpha$ -Антрахинонсульфат натрия                         | Общесанитарный              | 10       |
| $\beta$ -Антрахинонсульфат натрия                          | Общесанитарный              | 10       |
| АПН                                                        | Органолептический           | 0,05     |
| Ацетальдегид                                               | То же                       | 0,2      |
| 2-Ацетиламинофенол                                         | »                           | 2,5      |
| 4-N-Ацетиламинофенол                                       |                             | 1,25     |
| Ацетоксим                                                  | Санитарно-токсикологический | 8        |
| Ацетон                                                     | Общесанитарный              | 2,2      |
| Ацетонитрил                                                | Органолептический           | 0,7      |
| Ацетонциангидрин                                           | Санитарно-токсикологический | 0,001    |
| Ацетофенон                                                 | То же                       | 0,1      |
| Барий                                                      | »                           | 0,1      |
| Белково-витаминный концентрат (БВК)                        | »                           | 0,02     |
| Бенз (а) пирен                                             | »                           | 0,000005 |
| Бензилпенициллин                                           | »                           | 0,02     |
| Бензил хлористый                                           | »                           | 0,001    |
| » цианистый                                                | Органолептический           | 0,03     |
| Бензин                                                     | То же                       | 0,1      |
| Бензоат калия                                              | »                           | 7,5      |
| Бензокоазолон-2                                            | Санитарно-токсикологический | 0,1      |
| Бензол                                                     | То же                       | 0,5      |
| Бензолсульфамид                                            | »                           | 6        |
| Бензолсульфохлорид                                         | Органолептический           | 0,5      |
| Бензотриазол                                               | Санитарно-токсикологический | 0,1      |
| Бериллий                                                   | То же                       | 0,0002   |
| 1,1-Бис/п-Хлорфенил/-2,2,2-три-хлорэтанол (кельтан)        | Общесанитарный              | 0,02     |
| Бис/трибутилоловооксид                                     | Санитарно-токсикологический | 0,0002   |
| 1,1-Бис(циклогексан-3 (оксиметил)                          | Общесанитарный              | 1        |
| Бициклогептадиен (горборнадиен)                            | Органолептический           | 0,064    |
| 2,3-Бицикло/2,2,1/гептан (норбор-нен)                      | То же                       | 0,004    |
| Бор                                                        | Санитарно-токсикологический | 0,5      |
| Бром                                                       | То же                       | 0,2      |
| Бутадиен-1,3                                               | Органолептический           | 0,05     |
| 1,4-Бутандиол                                              | Санитарно-токсикологический | 5        |
| Бутилакрилат                                               | Органолептический           | 0,01     |
| Бутиламид-O-этил-S-фенилдитио-фосфорной кислоты (фосбутил) | То же                       | 0,03     |
| 4-n-Бутиланилин                                            | »                           | 0,4      |
| Бутилацетат                                                | Общесанитарный              | 0,1      |
| Бутилбензол                                                | Органолептический           | 0,1      |
| 2-Бутилтиобензотиазол (бутилкаптакс)                       | То же                       | 0,005    |



| Вещество                                                                                      | ЛПВ                         | ПДК   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|
| Бутилен                                                                                       | »                           | 0,2   |
| Бутилнитрит                                                                                   | »                           | 0,05  |
| Бутил хлористый                                                                               | Санитарно-токсикологический | 0,004 |
| Бутиловый эфир                                                                                |                             |       |
| 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты                                                             | Органолептический           | 0,5   |
| Бутиловый эфир метакриловой кислоты                                                           | То же                       | 0,02  |
| 1,4-Бутиндисл                                                                                 | Санитарно-токсикологический | 1     |
| ВА-2(поли-4-винил-N-бензил-триметиламмония хлорид)                                            | То же                       | 0,5   |
| ВА-2-Т (поливинилтолуальный флокулянт)                                                        | »                           | 0,5   |
| ВА-102 (флокулянт)                                                                            | »                           | 2     |
| ВА-212 (флокулянт)                                                                            | »                           | 2     |
| Ванадий                                                                                       | »                           | 0,1   |
| Винилацетат                                                                                   | »                           | 0,2   |
| Винилметиладипат                                                                              | Общесанитарный              | 0,2   |
| Винилсиликонат натрия (ГКЖ-12)                                                                | Органолептический           | 2     |
| Винил хлористый                                                                               | Санитарно-токсикологический | 0,05  |
| Висмут                                                                                        | То же                       | 0,1   |
| Вольфрам                                                                                      | »                           | 0,05  |
| 2-Фтор-бутил-4,6-динитрофенил-3,3-диметрилакрат (морозид)                                     | »                           | 0,03  |
| Выравниватель А                                                                               | Органолептический           | 0,3   |
| 3-/Гексагидро-4,7-метаниндан-5-ил/-1,1-диметилмочевина (гербан)                               | Санитарно-токсикологический | 2,0   |
| Гексаметилендиамин                                                                            | То же                       | 0,01  |
| Гексаметилендиамин-адипат (АГ-соль)                                                           | Общесанитарный              | 1     |
| Гексаметиленимина гидрохлорид                                                                 | Санитарно-токсикологический | 5     |
| Гексаметиленимина метанитро-бензоат (Г-2)                                                     | Санитарно-токсикологический | 0,01  |
| Гексаметилентетрамин (уротропин)                                                              | То же                       | 0,5   |
| Гексанитрокобальтиат калия                                                                    | »                           | 1     |
| Гексахлораминопиколлин                                                                        | »                           | 0,02  |
| Гексахлорбензол                                                                               | »                           | 0,05  |
| Гексахлорбутадиен                                                                             | Органолептический           | 0,01  |
| Гексахлорбутан                                                                                | То же                       | 0,01  |
| 1,2,3,4,10,10-Гексахлор-1,4,4а,5,8,8а-гексагидро-1,4-эндо-экзо-5,8-диметанонафталин (альдрин) | »                           | 0,002 |
| 1,2,3,4,5,6-Гексахлорциклогексан (гексахлоран)                                                | »                           | 0,02  |
| Гексахлорметаксиллол                                                                          | »                           | 0,008 |
| Гексахлорпаракилол                                                                            | »                           | 0,03  |



| Вещество                                                                             | ЛПВ                         | ПДК        |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|
| Гексахлорпиколин                                                                     | Санитарно-токсикологический | 0,02       |
| Гептахлорпиколин                                                                     | То же                       | 0,02       |
| Гексахлорциклопентадиен                                                              | Органолептический           | 0,001      |
| Гексахлорэтан                                                                        | То же                       | 0,01       |
| 1,4,5,6,7,8,8-Гектахлор-4,7-эндо-метилеи-3а,4,7,7е-тетрагидроинден (гектахлор)       | Санитарно-токсикологический | 0,05       |
| Гидразин                                                                             | То же                       | 0,01       |
| Гидролизованный полиакрилонитрил (гипан IV 6-01-166—74)                              | Санитарно-токсикологический | 6,4        |
| Гидролизованный бутиловый "Аэрофлот"                                                 | Органолептический           | 0,001      |
| Гидроперекись изопропилбензола                                                       | Санитарно-токсикологический | 0,5        |
| ω-Гидроперфторпеларгоновой кислоты аммонийная соль                                   | То же                       | 2          |
| Гидрохинон                                                                           | Органолептический           | 0,2        |
| Глифтор (смесь α, γ-дифторгидрина, глицерина и α-хлор-γ-фторгидрина, глицерина, 3:1) | Санитарно-токсикологический | 0,006      |
| ДД                                                                                   | То же                       | 0,4        |
| ДДБ                                                                                  | »                           | 0,4        |
| β-Дегидрогептахлор (дилор)                                                           | Органолептический           | 0,1        |
| Дефос                                                                                | То же                       | 2          |
| Диалкилдиметиламмоний хлорид C <sub>17</sub> ...C <sub>20</sub> (флотореагент-ДМ-2)  | Санитарно-токсикологический | 0,1        |
| Ди/алкилфенилполигликоль/фосфит (бисфосфит)                                          | Органолептический           | 0,02       |
| Диамид-малоновой кислоты                                                             | Общесанитарный              | 1          |
| 4,4-Диаминодифенилсульфон                                                            | Санитарно-токсикологический | 1          |
| Дибензтиазолдисульфид (альтакс)                                                      | Органолептический           | Отсутствие |
| 1,2-Дибромпропан                                                                     | Санитарно-токсикологический | 0,1        |
| Дибутиладипат                                                                        | Общесанитарный              | 0,1        |
| Дибутиламин                                                                          | Органолептический           | 1          |
| Дибутилдилауратолово                                                                 | Санитарно-токсикологический | 0,01       |
| Дибутилдитиофосфат калия                                                             | Органолептический           | 27         |
| Дибутилдитиофосфат натрия (бутиловый аэрофлот)                                       | Санитарно-токсикологический | 0,2        |
| Дибутилмонотиофосфат калия                                                           | Органолептический           | 0,1        |
| Дибутилнафталинсульфат натрия (некаль)                                               | То же                       | 0,5        |
| Дибутилоловооксид                                                                    | Санитарно-токсикологический | 0,004      |
| Дибутилфенилфосфат                                                                   | Общесанитарный              | 1,5        |
| Дибутилфталат                                                                        | То же                       | 0,2        |
| Дивиниладипат                                                                        | »                           | 0,2        |
| Дивинилсульфид                                                                       | Органолептический           | 0,5        |
| Дигидроперекиси μ-диизопропилбензоланатриевая соль                                   | Санитарно-токсикологический | 0,5        |



| Вещество                                                                                | ЛПВ                         | ПДК   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|
| Дигидроперекиси п-диизопропил-бензола натриевая соль                                    | То же                       | 1     |
| Дигидроперекись μ-диизопропил-бензола                                                   | »                           | 1     |
| Дигидроперекись л-диизопропил-бензола                                                   | »                           | 1     |
| 1,1-Дигидроперфторгептилакрилат                                                         | Органолептический           | 1     |
| Диизобутиламин                                                                          | То же                       | 0,007 |
| Диизобутилтиофосфат натрия (изобутиловый аэрофлот)                                      | Санитарно-токсикологический | 0,2   |
| Диизобутилмалеатдиоктилолово                                                            | То же                       | 0,02  |
| Диизооктилтиогликолятдибутило-<br>лово                                                  | »                           | 0,01  |
| Диизопропаноламин                                                                       | »                           | 0,5   |
| Диизопропиламин                                                                         | »                           | 0,5   |
| μ-Диизопропилбензол                                                                     | »                           | 0,05  |
| μ-Диизопропилбензола натриевая<br>соль                                                  | »                           | 0,5   |
| п-Диизопропилбензол                                                                     | »                           | 0,5   |
| п-Диизопропилбензола натриевая<br>соль                                                  | »                           | 1     |
| Диизопропилгуанидин                                                                     | Общесанитарный              | 1     |
| » солянокислый                                                                          | То же                       | 1     |
| N-β-0,0-Диизопропилдитиофос-<br>форилэтил/бензосульфонамид<br>(префар)                  | Санитарно-токсикологический | 1     |
| Диизопропилдитиофосфат калия                                                            | Органолептический           | 0,02  |
| Дикотекс                                                                                | То же                       | 0,25  |
| 1,3-Ди/ксилилимино/-2-метил-2-<br>азопропан (митак)                                     | »                           | 0,05  |
| Диметиламин                                                                             | Санитарно-токсикологический | 0,1   |
| Диметилацетамид                                                                         | То же                       | 0,1   |
| 0,0-Диметил-S-2-ацетиламиноэтил-<br>дитиофосфат (амифос)                                | Органолептический           | 0,1   |
| 1,2-Диметил-5-винилпиридиний<br>метилсульфат                                            | Санитарно-токсикологический | 4     |
| 5,5-Диметилгидантоин                                                                    | Органолептический           | 1     |
| 0,0-Диметил-S-/4,6-диамино-1,3,5-<br>триазин-2-илметил/дитиофосфат<br>(сайфос, меназон) | Санитарно-токсикологический | 0,1   |
| 0,0-Диметил-S-/1,2-дикарбэтокси-<br>этил/дитиофосфат (карбофос)                         | Органолептический           | 0,05  |
| Диметилдиоксан                                                                          | Санитарно-токсикологический | 0,005 |
| 1,1-Диметил-4,4-дипиридилдиме-<br>тилфосфат                                             | Органолептический           | 0,3   |
| Диметилдисульфид                                                                        | То же                       | 0,04  |



| Вещество                                                                 | ЛПВ                         | ПДК    |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------|
| Диметилдитиокарбамат аммония                                             | Санитарно-токсикологический | 0,5    |
| Диметилдитиокарбаминовой кислоты кальциевая соль                         | Общесанитарный              | 0,5*2  |
| N, N-Диметил- $\alpha, \alpha$ -дифенилацетамид (дифенамид)              | Санитарно-токсикологический | 1,2    |
| 0,0-Диметил-2,5-дихлор-4-бром-кренитиофосфат (бромифос)                  | Органолептический           | 0,01   |
| 0,0-Диметил-O-/2,2-дихлорвинилфосфат/ (ДЛВФ)                             | То же                       | 1      |
| 0,0-Диметил-0-/2,5-дихлор-4-иодифенил/-тионофосфат (иодифенфос)          | »                           | 1      |
| 0,0-Диметил-O-1-карбо/-1-фенилэтилпропен-1-ил-2-фосфат (циодрин)         | Санитарно-токсикологический | 0,05*2 |
| 0,0-Диметил-S-карбатоксиметилтиофосфат (метилацетофос)                   | Органолептический           | 0,03   |
| 0,0-Диметил-S-/N-метилкарбаометил/дитиофосфат (фосфамид, рогор)          | То же                       | 0,03   |
| 0,0-Диметил-S-2/1-N-метилкарбаомилэтилмеркапто/ этилтиофосфат (кильваль) | »                           | 0,3    |
| 0,00-Диметил-O-/3-метил-4-метилтиофенил/тиофосфат (сульфидофос, байтекс) | »                           | 0,001  |
| 0,0-Диметил-O-/3-метил-4-нитрофенил/тиофосфат (метилнитрофос)            | »                           | 0,25   |
| 0,0-Диметил-S-/N-метил-N-формилкарбаомилметил/дитиофосфат (антио)        | Органолептический           | 0,004  |
| 0,0-Диметил-O-/4-нитрофенил/тиофосфат (метафос)                          | То же                       | 0,02   |
| Диметиловый эфир тетрахлортерефталевой кислоты (дактал W-75)             | Санитарно-токсикологический | 1      |
| 2,2-Диметилолпропандиол-1,3 (пентаэритрит)                               | »                           | 0,1    |
| Диметилсульфид                                                           | Органолептический           | 0,01   |
| Диметилсульфоксид                                                        | Общесанитарный              | 0,1    |
| Диметилтерефталат                                                        | Органолептический           | 1,5    |
| 3,5-Диметилтетрагидро-1,3,5-тиадиазинтион-2 (милон)                      | То же                       | 0,01   |
| 0,0-Диметил-/2,2,2-трихлор-1-оксипропан-2-илфосфат (хлорофос)            | »                           | 0,05   |
| Диметилфенилкарбинол                                                     | Санитарно-токсикологический | 0,05   |
| Диметилфенол                                                             | Органолептический           | 0,25   |
| Диметилформамид                                                          | Общесанитарный              | 10     |



| Вещество                                                                                                              | ЛПВ                         | ПДК   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|
| Диметилфосфит                                                                                                         | Органолептический           | 0,02  |
| 0,0-Диметил-S-фталимидометил-<br>дитиофосфат (фталофос)                                                               | То же                       | 0,2   |
| Диметилхлортиофосфат                                                                                                  | »                           | 0,07  |
| N, N-Диметил-N-м-хлорфенил/гуа-<br>нидин (ФДН)                                                                        | Органолептический           | 0,003 |
| 0,0-Диметил-O/4-цианфенил/тиофос-<br>фат (цианокс)                                                                    | То же                       | 0,05  |
| 0,0-Диметил-S-этилмеркаптоэтил-<br>дитиофосфат (М-81)                                                                 | »                           | 0,001 |
| 0,0-Диметил-S-этилмеркаптоэтил-<br>тиофосфата и 0,0-диметил-O-этил-<br>меркаптоэтилтиофосфата смесь<br>(метилсистокс) | »                           | 0,01  |
| Динитрил адипиновой кислоты                                                                                           | Санитарно-токсикологический | 0,1   |
| Динитрил изофталевой кислоты<br>(изофталонитрил)                                                                      | То же                       | 5     |
| 2,4-Динитроанилин                                                                                                     | Органолептический           | 0,05  |
| 2,5-Динитроанилин                                                                                                     | То же                       | 0,05  |
| 3,4-Динитроанилин                                                                                                     | »                           | 0,05  |
| Динитробензол                                                                                                         | »                           | 0,5   |
| 2,4-Динитро-2,4-дiazопентан                                                                                           | Санитарно-токсикологический | 0,02  |
| 3,5-Динитро-4-дипропиламинобен-<br>зотрифторид (трефлан)                                                              | Органолептический           | 1     |
| 3,5-Динитро-4-диэтиламинобензо-<br>трифторид (нитрофор)                                                               | Санитарно-токсикологический | 1     |
| Динитродизтиленгликоль                                                                                                | То же                       | 1     |
| Динитронафталин                                                                                                       | Органолептический           | 1     |
| Динитророданбензол                                                                                                    | Общесанитарный              | 0,5   |
| 2,4-Динитротолуол                                                                                                     | Санитарно-токсикологический | 0,5   |
| Динитротриэтиленгликоль                                                                                               | То же                       | 1     |
| 2,4-Динитрофенол                                                                                                      | »                           | 0,03  |
| Динитрохлорбензол                                                                                                     | Органолептический           | 0,5   |
| Диоктилфталат                                                                                                         | Общесанитарный              | 1     |
| 4,4'-Дипиридилдигидрат                                                                                                | Органолептический           | 0,03  |
| 4,4'-Дипиридил-γ, γ'-дипиридил                                                                                        | То же                       | 0,03  |
| Дипиридилфосфат                                                                                                       | »                           | 0,3   |
| Дипропиламин                                                                                                          | »                           | 0,5   |
| Диспергатор НФ                                                                                                        | Общесанитарный              | 1     |
| Дисульфоталлоцианин<br>кобальта                                                                                       | Органолептический           | 0,35  |
| Дитиофосфат крезоловый                                                                                                | То же                       | 0,001 |
| Дифенамид                                                                                                             | Санитарно-токсикологический | 1,2   |
| Дифенилламин                                                                                                          | Органолептический           | 0,05  |
| Дифенилгуанидин                                                                                                       | Общесанитарный              | 1     |



| Вещество                                                                           | ЛПВ                         | ПДК   |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|
| Дифенилгуанидин                                                                    | Общесанитарный              | 1     |
| солянокислый                                                                       |                             |       |
| 0,0-Дифенил-1-окси-2,2,2-трихлор-этилфосфонат                                      | Органолептический           | 0,3   |
| Дифенилолопропан                                                                   | То же                       | 0,01  |
| Дифтохлорметан (фреон-22)                                                          | Санитарно-токсикологический | 10    |
| Дифтордихлорметан (фреон-12)                                                       | То же                       | 10    |
| S-(2,3-Дихлоралнил)-N, N-диизо-пропилтиокарбамат (авадекс)                         | Органолептический           | 0,03  |
| Дихлорлангидрид изофталевой кислоты (изофталойлхлорид)                             | То же                       | 0,08  |
| Дихлорангидрид терефталевой кислоты (терефталейлхлорид)                            | »                           | 0,02  |
| Дихлорангидрид 2,3,5,6-тетрахлор-терефталевой кислоты                              | »                           | 0,02  |
| 2,5-Дихлоранилин                                                                   | »                           | 0,05  |
| 3,4-Дихлоранилин                                                                   | »                           | 0,05  |
| o-Дихлорбензол                                                                     | »                           | 0,002 |
| p-Дихлорбензол/                                                                    | »                           | 0,002 |
| 3,3-Дихлор-бицикло-2,2,1-гептан-2-спиро/2,4,5-дихлор-4-циклопентан-1,3-дион (эф-2) | Общесанитарный              | 0,01  |
| 2,3-Дихлорбутadiен-1,3                                                             | Санитарно-токсикологический | 0,03  |
| Дихлорбутан                                                                        | Органолептический           | 0,05  |
| Дихлордибутилолово                                                                 | Санитарно-токсикологический | 0,002 |
| 4,4-Дихлордифенилсульфон                                                           | То же                       | 0,4   |
| Дихлордифенилтрихлорэтан (ДЛТ)                                                     | »                           | 0,1   |
| 2,3-Дихлор-5-дихлорметил-2-циклопентен-1,1-дион (дикетон)                          | Органолептический           | 0,1   |
| 1,2-Дихлоризобутан                                                                 | Санитарно-токсикологический | 0,4   |
| 1,3-Дихлоризобутилен                                                               | То же                       | 0,4   |
| 3,3-Дихлоризобутилен                                                               | »                           | 0,4   |
| Дихлормалеиновый ангидрид                                                          | »                           | 0,1   |
| Дихлорметан                                                                        | Органолептический           | 7,5   |
| 2,3-Дихлор-1,4-нафтохинон                                                          | Санитарно-токсикологический | 0,25  |
| 2,6-Дихлор-4-нитроанилин                                                           | Органолептический           | 0,1   |
| 2,5-Дихлорнитробензол                                                              | Санитарно-токсикологический | 0,1   |
| 3,4-Дихлорнитробензол                                                              | То же                       | 0,1   |
| 1,2-Дихлорпропан                                                                   | »                           | 0,4   |
| 1,3-Дихлорпропан                                                                   | »                           | 0,4   |
| 2,3-Дихлорпропан                                                                   | »                           | 0,4   |
| 3,4-Дихлорпропионанилид (пропанид)                                                 | Общесанитарный              | 0,1   |
| α, α-Дихлорпропионат натрия (далапон)                                              | Органолептический           | 2     |
| 2,5-Дихлор-p-трет-бутилтолуол                                                      | То же                       | 0,003 |



| Вещество                                                                                                | ЛПВ                         | ПДК   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|
| N-/3,4-Дихлорфенил/аланин                                                                               | Общесанитарный              | 0,1   |
| N-/3,4-Дихлорфенил/-N', N'-диметилмочевина (диурон)                                                     | Органолептический           | 1     |
| N-3,4-Дихлорфенил-N'-метокси-N-метилмочевина (линурон)                                                  | Санитарно-токсикологический | 1     |
| 2,4-Дихлорфенил-4-нитрофениловый эфир (нитрохлор)                                                       | То же                       | 4     |
| 3,4-Дихлорфенил-N'-оксимочевина                                                                         | »                           | 0,8   |
| Дихлорфенилфосфат                                                                                       | Общесанитарный              | 0,5   |
| Дихлорфеноксиацетат аммония                                                                             | Органолептический           | 0,2   |
| 2,4-Д (аминная соль)                                                                                    |                             |       |
| Дихлорфеноксиацетат натрия                                                                              | То же                       | 1     |
| Дихлорфенол                                                                                             | »                           | 0,002 |
| Дихлорциклогексан                                                                                       | »                           | 0,02  |
| Дициандиамин                                                                                            | »                           | 10    |
| Дициклогексиламина нитрит                                                                               | Санитарно-токсикологический | 0,01  |
| Дициклопентадиен                                                                                        | Органолептический           | 0,026 |
| Диэтанолламин                                                                                           | То же                       | 0,8   |
| Диэтиламид 2/α-нафтокси/пропионовой кислоты (ДЭПРА)                                                     | Санитарно-токсикологический | 1     |
| Диэтиламин                                                                                              | То же                       | 2     |
| Диэтиламин азотнокислый                                                                                 | Общесанитарный              | 0,1   |
| Диэтиламинометилловый эфир синтетических жирных спиртов C <sub>10</sub> ...C <sub>18</sub> (алкамон ДС) | Санитарно-токсикологический | 0,15  |
| Диэтиламинометилловый эфир этилмочевины (этамон ДС)                                                     | Органолептический           | 4     |
| N, N-Диэтиланилин                                                                                       | То же                       | 0,15  |
| Диэтилацеталь (ацеталь)                                                                                 | »                           | 0,1   |
| μ-Диэтилбензол                                                                                          | »                           | 0,04  |
| N, N-Диэтилгуанидин                                                                                     | Общесанитарный              | 0,3   |
| Диэтилдикаприлатолово                                                                                   | Санитарно-токсикологический | 0,01  |
| N, N-Диэтил-2,5-диметилбензамид                                                                         | Общесанитарный              | 0,06  |
| Диэтилдитиофосфат калия                                                                                 | Органолептический           | 0,5   |
| Диэтилдихлоридолово                                                                                     | Санитарно-токсикологический | 0,002 |
| Диэтиленгликоль                                                                                         | То же                       | 1     |
| Диэтилендиамин (пиперазин)                                                                              | Органолептический           | 9     |
| Диэтилентриамин                                                                                         | То же                       | 0,2   |
| 0,0-Диэтил-O-/2-изопропил-4-метил-пиримедин-6/тиофосфат (базудин)                                       | »                           | 0,3   |
| N, N-Диэтилкарбамилхлорид                                                                               | Санитарно-токсикологический | 6     |
| 0,0-Диэтил-S-карбэтоксиметилтиофосфат (ацетофос)                                                        | Органолептический           | 0,03  |
| /0,0-Диэтил-O-O/4-нитрофенил/тиофосфат (тиофос)                                                         | То же                       | 0,003 |



| Вещество                                                      | ЛПВ                         | ПДК    |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------|
| Диэтиловый эфир                                               | »                           | 0,3    |
| » малеиновой кислоты                                          | Санитарно-токсикологический | 1      |
| Диэтилртуть                                                   | То же                       | 0,0001 |
| 0,0-Диэтилтиофосфорил-2-цианбензол (фоксим)                   | Органолептический           | 1      |
| Диэтилфенилмочевина (централит)                               | То же                       | 0,5    |
| 0,0-Диэтил-S-6-хлорбензоксазолинил-метилдитиофосфат (фозалон) | »                           | 0,001  |
| Диэтилхлортиофосфат                                           | »                           | 0,05   |
| 0,0-Диэтил-O-2/этилтио/этилтиофосфат                          |                             |        |
| 70 % + 0,0-диэтил-S-2/этилтио/этилфосфат 30 % (меркаптофос)   | »                           | 0,01   |
| ДК S 703 (ненген EA-140)                                      | »                           | 0,1    |
| ДН-75 (диспергатор)                                           | »                           | 0,1    |
| 1,12-Додекаметилендиамин                                      | Санитарно-токсикологический | 0,05   |
| ДЦМ (закрепитель)                                             | Органолептический           | 0,5    |
| ДЦУ (закрепитель)                                             | Общесанитарный              | 1      |
| Енамин                                                        | Органолептический           | 0,05   |
| Железо                                                        | То же                       | 0,3    |
| » хлорное                                                     | »                           | 0,9    |
| Замасливатель А-1                                             | »                           | 0,43   |
| » Б-73                                                        | »                           | 3      |
| » БВ                                                          | »                           | 1      |
| 1-Изоамилксантогенат калия                                    | »                           | 0,005  |
| Изобутилацетат                                                | Общесанитарный              | 0,5    |
| Изобутилен                                                    | Органолептический           | 0,5    |
| Изобутилксантогенат калия                                     | То же                       | 0,005  |
| Изокротонитрил                                                | Санитарно-токсикологический | 0,1    |
| Изопентиловый эфир п-толуолсульфоновой кислоты                | Общесанитарный              | 5      |
| Изопрен                                                       | Органолептический           | 0,005  |
| Изопропаноламин                                               | Санитарно-токсикологический | 0,3    |
| Изопропиламин                                                 | То же                       | 2      |
| Изопропилбензол                                               | Органолептический           | 0,1    |
| Изопропилксантогенат калия                                    | То же                       | 0,05   |
| o-Изопропил-N-метилтиокарбомат (флотореагент ИТК)             | Санитарно-токсикологический | 0,05   |
| Изопропиловый эфир молочной кислоты                           | То же                       | 1      |
| Изопропилоктадециламин                                        | Органолептический           | 0,1    |
| Изопропилфенилкарбомат (ИФК)                                  | Органолептический           | 0,2    |
| Изопропилхлорфенилкарбомат (хлор ИФК)                         | То же                       | 1      |
| ИМ-50 (флотореагент)                                          | Общесанитарный              | 0,1    |



| Вещество                                                                                           | ЛПВ                         | ПДК   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|
| 7-(2-Имидазолинил) перфтор-4,<br>7-диметил-3,6-диоксагептил-суль-<br>фамид этилендиамина (оксамид) | Санитарно-токсикологический | 1     |
| 7-(2-Имидазолинил) перфтор-4, 7-ди-<br>метил-3,6-диоксагептилсульфонат<br>калия (диоксалим)        | То же                       | 1     |
| Ингибитор атмосферной коррозии<br>АНСК-50                                                          | »                           | 0,5   |
| Индотолуидин                                                                                       | »                           | 1     |
| ИОМС-1 (ТУ 6-05-211-1153—81)                                                                       | Органолептический           | 4     |
| К-4 (гидролизованный полиакрил-<br>нитрил, флокулянт)                                              | Санитарно-токсикологический | 2     |
| К-6 (гидролизованный полиакрил-<br>нитрил, флокулянт)                                              | То же                       | 2     |
| Кадмий                                                                                             | »                           | 0,001 |
| Капролактам                                                                                        | Общесанитарный              | 1     |
| Карбозолин СПД-3                                                                                   | Санитарно-токсикологический | 0,2   |
| Карбозон-О                                                                                         | Общесанитарный              | 1     |
| Карбомол                                                                                           | Общесанитарный              | 1     |
| Карбомол ЦЭМ                                                                                       | То же                       | 10    |
| Керосин:                                                                                           |                             |       |
| окисленный                                                                                         | Органолептический           | 0,01  |
| осветительный (ГОСТ 4753—68)                                                                       | То же                       | 0,05  |
| сульфированный<br>(ТУ 38-1-115—67)                                                                 | »                           | 0,1   |
| технический                                                                                        | »                           | 0,001 |
| тракторный (ГОСТ 1842—52)                                                                          | »                           | 0,01  |
| Кислота:                                                                                           |                             |       |
| 4,4-азобис-4-цианпентановая                                                                        | »                           | 0,25  |
| акриловая                                                                                          | Санитарно-токсикологический | 0,5   |
| алкилсульфоянтарная                                                                                | То же                       | 0,1   |
| 2-аминобензойная<br>(антраниловая)                                                                 | Общесанитарный              | 0,1   |
| 3-аминобензойная                                                                                   | Органолептический           | 10    |
| аминобензол-3-сульфо-кислота<br>(метаниловая)                                                      | То же                       | 0,7   |
| 5-аминосалициловая                                                                                 | »                           | 0,5   |
| 4-амино-3,5,6-трихлорпиколи-<br>новая                                                              | Санитарно-токсикологический | 10    |
| β-аминоэтилдитиокарбамино-<br>вая (препарат 275)                                                   | То же                       | 0,8   |
| антрахинон-1,5-дисульфо-кис-<br>лота                                                               | Общесанитарный              | 5     |
| антрахинон-1,8-дисульфо-кис-<br>лота                                                               | То же                       | 5     |
| бензойная                                                                                          | Общесанитарный              | 0,6   |



| Вещество                                                | ЛПВ                         | ПДК   |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|
| гидроперфторэнантовая                                   | Санитарно-токсикологический | 1,2   |
| 1,5-декандикарбоновая<br>(адипиновая кислота)           | То же                       | 2     |
| 1,8-декандикарбоновая<br>(себаиновая кислота)           | »                           | 2,5   |
| диаминостильбендисульфо-<br>кислота                     | Общесанитарный              | 2     |
| диметилдитиофосфорная                                   | Органолептический           | 0,1   |
| динитростильбендисульфо-<br>кислота                     | Общесанитарный              | 3     |
| дифенилуксусная                                         | То же                       | 0,5   |
| 2,5-дихлор-3-аминобензой-<br>ная (амибен)               | »                           | 0,5   |
| 2,5-дихлор-3-нитробензойная                             | Санитарно-токсикологический | 2     |
| 2,4-дихлорфенокси-γ-масля-<br>ная (2,4-ДМ)              | -То же                      | 0,01  |
| 2,4-дихлорфенокси-α-пропио-<br>новая (2,4-ДП)           | Органолептический           | 0,5   |
| α, β-дихлор, β-формилакри-<br>ловая (мукохлорная)       | Санитарно-токсикологический | 1     |
| ди (2-этилгексил) дитиофос-<br>форная                   | То же                       | 0,001 |
| диэтилдитиофосфорная                                    | Органолептический           | 0,2   |
| изофталевая                                             | Общесанитарный              | 0,1   |
| каприлгидроксамовая                                     | То же                       | 0,1   |
| капрингидроксамовая                                     | »                           | 0,1   |
| капронгидроксамовая                                     | »                           | 0,1   |
| малеиновая                                              | Органолептический           | 1     |
| масляная                                                | Общесанитарный              | 0,7   |
| метакриловая                                            | Санитарно-токсикологический | 1     |
| 2-метил-4-хлорфеноксиук-<br>сусная (2М-4Х дикотекс)     | То же                       | 2     |
| 2-метокси-3,6-дихлорбензой-<br>ная (дианат)             | »                           | 15    |
| молочная                                                | Общесанитарный              | 0,9   |
| 7-моногидроперфторэнан-<br>товая                        | Санитарно-токсикологический | 1,2   |
| α-монохлорпропионовая                                   | Органолептический           | 0,8   |
| монохлоруксусная                                        | Санитарно-токсикологический | 0,06  |
| муравьиная                                              | Общесанитарный              | 3,5   |
| оксизтилтдендифосфоновая                                | Органолептический           | 0,6   |
| нафталин-1,5-дисульфо-<br>кислота                       | Общесанитарный              | 1     |
| 1-нафтиламин-4,8-дисульфо-<br>кислота (амино-С-кислота) | То же                       | 5,5   |
| 2-нафтил-4,8-дисульфо-<br>кислота (амино-Ц-кислота)     | »                           | 10    |



| Вещество                                                                                                        | ЛПВ                         | ПДК  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|
| 2-( $\alpha$ -нафтокси) пропионовая                                                                             | Санитарно-токсикологический | 2    |
| 3-нитроанилин-4-сульфокисло-<br>та                                                                              | Органолептический           | 0,9  |
| 3-нитробензойная                                                                                                | То же                       | 0,15 |
| 2-окси-3,6-дихлорбензойная                                                                                      | »                           | 0,5  |
| пелларгонгидроксамовая                                                                                          | Общесанитарный              | 0,1  |
| перфтовалериановая                                                                                              | Санитарно-токсикологический | 0,75 |
| перфтоэнантовая                                                                                                 | То же                       | 1,4  |
| терефталевая                                                                                                    | Общесанитарный              | 0,1  |
| тетрахлортерефталевая                                                                                           | То же                       | 10   |
| толуолсульфиновая                                                                                               | Санитарно-токсикологический | 1    |
| 3,5,6-трихлор-4-аминопико-<br>линовая (хлорамп)                                                                 | То же                       | 10   |
| трихлорбензойная                                                                                                |                             | 1    |
| $\alpha$ , $\alpha$ , $\beta$ -трихлорпропионовая                                                               | Органолептический           | 0,01 |
| уксусная                                                                                                        | Общесанитарный              | 1,2  |
| феноксиуксусная                                                                                                 | Санитарно-токсикологический | 1,2  |
| фталевая                                                                                                        | Общесанитарный              | 0,5  |
| 2-хлор-5-аминобензойная                                                                                         | То же                       | 2    |
| 2-хлорбензойная                                                                                                 | Органолептический           | 0,15 |
| 4-хлорбензойная                                                                                                 | То же                       | 0,2  |
| 2-хлор-5-нитробензойная                                                                                         | »                           | 0,3  |
| 4-хлор-3-нитробензойная                                                                                         | »                           | 0,25 |
| хлорпеларгоновая                                                                                                | Органолептический           | 0,3  |
| хлорундекановая                                                                                                 | То же                       | 0,1  |
| хлорэтантовая                                                                                                   | »                           | 0,05 |
| хризантемовая                                                                                                   | Санитарно-токсикологический | 5    |
| циануровая                                                                                                      | Органолептический           | 6    |
| энантгидроксамовая                                                                                              | Общесанитарный              | 0,1  |
| Кислоты:                                                                                                        |                             |      |
| жирные синтетические $C_5 \dots C_{20}$                                                                         | То же                       | 0,1  |
| нафтеновые                                                                                                      | Органолептический           | 0,3  |
| полихлорбензойные (2 КФ)                                                                                        | Санитарно-токсикологический | 5    |
| Кобальт                                                                                                         | То же                       | 0,1  |
| Краситель:                                                                                                      |                             |      |
| дибезантранил (кубовый<br>ярко-зеленый С)                                                                       | Органолептический           | 0,3  |
| 1,8-диокси-5-амино-4,3-сульфа-<br>мидофениламиноантрахинон<br>(дисперсный синий полиэфир-<br>ный светопроочный) | То же                       | 0,4  |
| кислотный антрахиновый чис-<br>то-голубой 2,3                                                                   | »                           | 0,1  |
| кислотный антрахиновый<br>ярко-синий                                                                            | »                           | 0,02 |
| кислотный хром желтый К                                                                                         | »                           | 0,01 |



| Вещество                    | ЛПВ                         | ПДК        |
|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| » черный С                  | »                           | 0,01       |
| коричневый (без марки)      | »                           | 0,8        |
| нигрозин водорастворимый    | »                           | 0,1        |
| марки А                     |                             |            |
| » Б                         | »                           | 0,1        |
| основной фиолетовый К       | »                           | 0,4        |
| прямой бордо светопрочный   | »                           | 0,1        |
| СМ                          |                             |            |
| прямой желтый светопроч-    | Органолептический           | 0,1        |
| ный К                       |                             |            |
| » розовый » С               | То же                       | 0,1        |
| » синий » КУ                | »                           | 0,2        |
| » темно-зеленый             | »                           | 0,1        |
| » черный 2С                 | »                           | 0,1        |
| » 3 для кожи                | »                           | 0,1        |
| родамин Ж                   | »                           | 0,1        |
| синий 3                     | Общесанитарный              | 10         |
| тиозоль коричневый БС       | Органолептический           | 0,5        |
| уранин А (динатриевая соль  | То же                       | 0,0025     |
| флуоресцеина)               |                             |            |
| 7-фенилазо-1/4,6-дихлор-    | »                           | 0,003      |
| 1,3,5-триазинил-2-амино-8-  |                             |            |
| нафтол-3,6-дисульфокисло-   |                             |            |
| ты динатриевая соль/        |                             |            |
| краситель активный ярко-    |                             |            |
| красный 5СХ                 |                             |            |
| флуоресцеин (3,6-диокси-    | »                           | 0,0025     |
| флуоран)                    |                             |            |
| хризофенин                  | »                           | 0,1        |
| хромовый бордо С            | »                           | 0,05       |
| м-Крезол                    | Санитарно-токсикологический | 0,004      |
| п-Крезол                    | То же                       | 0,04       |
| Кремний                     | »                           | 10         |
| 3-Кротилизотиуроний         | Органолептический           | Отсутствие |
| хлорид (флотореагент ИР-70) |                             |            |
| Кротонитрил                 | Санитарно-токсикологический | 0,1        |
| Ксантогенат бутиловый       | Органолептический           | 0,001      |
| Ксилол                      | То же                       | 0,05       |
| КФ-6 (N-диметиламиномети-   | Санитарно-токсикологический | 2          |
| лакриламид)                 |                             |            |
| Лак:                        |                             |            |
| КО-075                      | Органолептический           | 0,1        |
| 40-921                      | То же                       | 0,03       |
| Лапрол:                     |                             |            |
| 503                         | »                           | 0,3        |
| 402-2-100                   | »                           | 0,3        |



| Вещество                                                      | ЛПВ                         | ПДК               |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 1502-2-70                                                     | »                           | 0,1               |
| Лауриламинопропионитрил                                       | »                           | 0,07              |
| Лаурилпропилендиамин                                          | »                           | 0,13              |
| Литий                                                         | Санитарно-токсикологический | 0,03              |
| 2,5-Путидин                                                   | То же                       | 0,05              |
| Магния хлорат                                                 | Общесанитарный              | 20                |
| Малононитрил                                                  | Санитарно-токсикологический | 0,02              |
| Марганец                                                      | Органолептический           | 0,1               |
| Медь                                                          | То же                       | 1                 |
| 2-Меркаптобензтиазол (каптакс)                                | »                           | 5                 |
| β-Меркаптодиэтиламин                                          | »                           | 0,1               |
| Метазин                                                       | »                           | 0,3               |
| Метакриамид                                                   | Санитарно-токсикологический | 0,1               |
| Метанол                                                       | То же                       | 3                 |
| Метилакрилат                                                  | Органолептический           | 0,02              |
| β-Метилакролеин (кродоновый альдегид)                         | Санитарно-токсикологический | 0,3               |
| Метилацетат                                                   | То же                       | 0,1               |
| Метил-N-(2-бензимидазолил) карбамат (БМК)                     | Органолептический           | 0,1               |
| α-Метилбензиловый эфир 2-хлор-ацетоуксусной кислоты           | Санитарно-токсикологический | 0,15 <sup>2</sup> |
| α-Метилбензиловый эфир ацетоуксусной кислоты                  | Общесанитарный              | 0,8               |
| Метилбензоат                                                  | Органолептический           | 0,001             |
| Метил-1-бутилкарбамоил-2-бензимидазолкарбамат (арилат)        | То же                       | 0,5               |
| 2,2-Метиленбис/3,4,6-трихлорфенол (гексахлорофен)             | Общесанитарный              | 0,03              |
| 2-Метил-4,6-динитрофенол (ДНОК)                               | Санитарно-токсикологический | 0,06              |
| Метилдитиокарбамат натрия (карбатион)                         | Органолептический           | 0,02              |
| Метилмеркаптан                                                | То же                       | 0,0002            |
| Метилметакрилат                                               | Санитарно-токсикологический | 0,01              |
| 3-Метил-4-метилмеркаптофенол                                  | Органолептический           | 0,01              |
| Метиловый эфир феноксиуксусной кислоты                        | Общесанитарный              | 0,5               |
| Метилметакриламид                                             | Санитарно-токсикологический | 0,1               |
| Метилпиридиний хлорид                                         | Органолептический           | 0,01              |
| Метилпирролидон                                               | Общесанитарный              | 0,5               |
| 1-Метил-н-пропил-4,6-динитрофенилкарбонат (акрекс, динобутон) | Органолептический           | 0,2               |
| 2-/Т-метилпропил/-4,6-динитрофенол (диносеб)                  | То же                       | 0,1               |
| 5-Метилрезорцин                                               | »                           | 1                 |
| Метилселиконат натрия (ГКЖ-11)                                | »                           | 2                 |



| Вещество                                                                                                                                   | ЛПВ                         | ПДК               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| $\alpha$ -Метилстирол                                                                                                                      | »                           | 0,1               |
| Метилсульфат натрия                                                                                                                        | »                           | 0,1               |
| 2-Метилтио-4,6-бис-/изопропила-<br>мино/сим-триазин (прометрин)                                                                            | »                           | 3                 |
| 2-Метилтио-О-/метилкарбомоил/<br>бутаноноксим-3 (дравин 755)                                                                               | Органолептический           | 0,1               |
| Метилтриалкиламмоний метил-<br>сульфат                                                                                                     | Санитарно-токсикологический | 0,01              |
| 2-Метилфуран (сильван)                                                                                                                     | Органолептический           | 0,5               |
| Метилэтилкетон                                                                                                                             | То же                       | 1                 |
| 0-Метил-0-этил-/2,4,5/-трихлор-<br>фенилтиофосфат (трихлорметафос-3)                                                                       | »                           | 0,4               |
| N-Метоксиэтилхлорацетат-О-толу-<br>идид (толуин)                                                                                           | »                           | 0,05              |
| Модификат полиэтиленимина<br>мол. м. 30 000                                                                                                | Санитарно-токсикологический | 2                 |
| Модификатор 113-63                                                                                                                         | Органолептический           | 0,2               |
| Молантин Р (производное фенок-<br>сбензола)                                                                                                | Санитарно-токсикологический | 0,05              |
| Молибден                                                                                                                                   | То же                       | 0,25              |
| Моноалкилсульфоянтарной кисло-<br>ты динатриевая соль                                                                                      | Органолептический           | 0,5               |
| Монобутиламин                                                                                                                              | То же                       | 4                 |
| Моногидроперекись-м-диизопропил-<br>бензола                                                                                                | Общесанитарный              | 0,6               |
| Моногидроперекись-п-диизопропил-<br>бензола                                                                                                | То же                       | 0,3               |
| Моноизобутиламин                                                                                                                           | Органолептический           | 0,04              |
| Монометиламин                                                                                                                              | Санитарно-токсикологический | 1                 |
| Монохлорацетат натрия                                                                                                                      | То же                       | 0,05              |
| Монохлоргидрин                                                                                                                             | Органолептический           | 0,7               |
| Монохлорпропианат натрия                                                                                                                   | То же                       | 2                 |
| Моноэтанолламин                                                                                                                            | Санитарно-токсикологический | 0,5               |
| Моноэтиламин                                                                                                                               | Органолептический           | 0,5               |
| Мочевина                                                                                                                                   | Общесанитарный              | 1                 |
| МСДА (соль дициклогексиламина<br>и технических жирных кислот<br>C <sub>10</sub> ...C <sub>13</sub> и C <sub>17</sub> ... C <sub>20</sub> ) | Санитарно-токсикологический | 0,01              |
| Мышьяк                                                                                                                                     | То же                       | 0,05 <sup>3</sup> |
| Натрий                                                                                                                                     | »                           | 200               |
| Натрия хлорат                                                                                                                              | Органолептический           | 20                |
| Нафталин                                                                                                                                   | То же                       | 0,01              |
| 1-Нафталин-N-метилкарбамат<br>(севин)                                                                                                      | »                           | 0,1               |
| $\alpha$ -Нафтол                                                                                                                           | »                           | 0,1               |
| $\beta$ -Нафтол                                                                                                                            | Санитарно-технологический   | 0,4               |



| Вещество                                          | ЛПВ                         | ПДК   |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|-------|
| Неонол:                                           |                             |       |
| АФ-14                                             | Органолептический           | 0,1   |
| 2В-1317-12                                        | То же                       | 0,1   |
| Нефть многосернистая                              | »                           | 0,1   |
| » прочая                                          | »                           | 0,3   |
| Никель                                            | Санитарно-токсикологический | 0,1   |
| Ниобий                                            | То же                       | 0,01  |
| Нитраты (по $\text{NO}_3$ )                       | »                           | 45    |
| Нитраты (по $\text{NO}_2$ )                       | »                           | 3,3   |
| Нитрил акриловой кислоты                          | »                           | 2     |
| о-Нитроанизол                                     | Органолептический           | 0,3   |
| п-Нитроанизол                                     | То же                       | 0,1   |
| 2-Нитроанилин                                     | Органолептический           | 0,01  |
| 3-Нитроанилин                                     | То же                       | 0,15  |
| 4-Нитроанилин                                     | Санитарно-токсикологический | 0,05  |
| 4-Нитроанилин-2-сульфокислоты<br>аммонийная соль  | Органолептический           | 0,08  |
| Нитробензол                                       | Санитарно-токсикологический | 0,2   |
| м-Нитробензолсульфонат натрия<br>(лудигол)        | Общесанитарный              | 1     |
| Нитрогуанидин                                     | Санитарно-токсикологический | 0,1   |
| 4-Нитро-N, N-диэтиланилин                         | Органолептический           | 0,002 |
| N-Нитрозодифениламин                              | То же                       | 0,1   |
| Нитрозофенол                                      | »                           | 0,1   |
| Нитрометан                                        | »                           | 0,005 |
| Нитропропан                                       | Санитарно-токсикологический | 1     |
| п-Нитрофенетол                                    | То же                       | 0,002 |
| п-Нитрофениламиноэтанол<br>(оксиамин)             | Органолептический           | 0,5   |
| п-Нитрофенилацетиламиноэтанол<br>(оксиацетиламин) | То же                       | 1     |
| п-Нитрофенилхлорметилкарбинол<br>(карбинол)       | »                           | 0,2   |
| о-Нитрофенол                                      | Санитарно-токсикологический | 0,06  |
| м-Нитрофенол                                      | То же                       | 0,06  |
| п-Нитрофенол                                      | »                           | 0,02  |
| Нитрохлорбензол                                   | »                           | 0,05  |
| Нитроциклогексан                                  | »                           | 0,1   |
| Нитроэтан                                         | »                           | 1     |
| Норсульфазол                                      | Общесанитарный              | 1     |
| Оксалаты                                          | »                           | 0,2   |
| Оксаль Т-80                                       | Санитарно-токсикологический | 0,01  |
| Оксамат                                           | Общесанитарный              | 1,5   |
| Оксанол:                                          |                             |       |
| КС-9                                              | Органолептический           | 0,1   |
| Л-7                                               | То же                       | 0,1   |



| Вещество                                                                                        | ЛПВ                         | ПДК   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|
| Оксациллин                                                                                      | Санитарно-токсикологический | 0,02  |
| Оксигексилидендифосфонат натрия                                                                 | То же                       | 0,5   |
| Оксигептилидендифосфонат натрия                                                                 | »                           | 0,5   |
| Оксид алкилдиметиламина                                                                         | »                           | 0,4   |
| Оксид диоктилизопентилфосфина                                                                   | »                           | 1     |
| Оксид пропилена                                                                                 | »                           | 0,01  |
| Оксид триизопентилфосфина                                                                       | »                           | 0,3   |
| /4-Окси-2-метилфенил/-диметил-сульфоний хлорид                                                  | Органолептический           | 0,007 |
| Оксинонилидендифосфонат натрия                                                                  | Санитарно-токсикологический | 0,5   |
| Оксиоктилидендифосфонат натрия                                                                  | То же                       | 0,5   |
| 1-/2-Оксипропил/-1-метил-2-пентадецил-2-имидазо-2-имидазолиний метилсульфат (карбозолин, СПД-3) | »                           | 0,2   |
| Оксифенилметилмочевина (метурин)                                                                | Санитарно-токсикологический | 1     |
| Оксиэтилидендифосфоновой кислоты медьаммонийный комплекс                                        | То же                       | 0,6   |
| Оксиэтилидендифосфоновой кислоты цинковый комплекс                                              | »                           | 5     |
| Оксиэтилпиперазин                                                                               | »                           | 6     |
| Октанол                                                                                         | Органолептический           | 0,05  |
| Октиловый эфир дихлорфеноксиуксусной кислоты                                                    | То же                       | 0,2   |
| Олефинсульфонат натрия                                                                          | »                           | 0,5   |
| Олефинсульфонат C <sub>12</sub> ...C <sub>14</sub>                                              | »                           | 0,4   |
| ОП-7                                                                                            | »                           | 0,1   |
| ОП-10                                                                                           | »                           | 0,1   |
| ОПС-Б                                                                                           | Общесанитарный              | 2     |
| ОПС-М                                                                                           | Санитарно-токсикологический | 0,5   |
| Пентадециламин солянокислый (АНП-2)                                                             | Органолептический           | 0,4   |
| Пентахлораминопиколин                                                                           | Санитарно-токсикологический | 0,02  |
| Пентахлорбифенил                                                                                | То же                       | 0,001 |
| Пентахлорбутан                                                                                  | Органолептический           | 0,02  |
| Пентахлорпропан                                                                                 | То же                       | 0,03  |
| Пентахлорфенол                                                                                  | Санитарно-токсикологический | 0,01  |
| Пентахлорфенолят натрия                                                                         | Органолептический           | 5     |
| Пентахлорфенолят терпеномелеинового аддукта                                                     | Санитарно-токсикологический | 1     |
| Первичный алкилсульфат                                                                          | Органолептический           | 0,5   |
| Перфторгептаналь гидрат                                                                         | Санитарно-токсикологический | 0,5   |
| Перхлорат аммония                                                                               | То же                       | 5     |
| Перхлорбутан                                                                                    | Органолептический           | 0,02  |



| Вещество                                                         | ЛПВ                         | ПДК   |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|
| Перхлорэтиленциклопентен                                         | То же                       | 0,05  |
| α-Пиколин                                                        | Санитарно-токсикологический | 0,05  |
| Пиколина-α-гидрохлорид                                           | То же                       | 0,05  |
| Пиперидин                                                        | »                           | 0,06  |
| Пиридин                                                          | »                           | 0,2   |
| Пирогаллол                                                       | Органолептический           | 0,1   |
| Пирокатехин                                                      | То же                       | 0,1   |
| Пиролизат древесной смолы                                        | »                           | 0,02  |
| Полиакрилат натрия                                               | Санитарно-токсикологический | 15    |
| Полиакриламид                                                    | То же                       | 2     |
| Поли-/1,2-диметил-5-винил-пиридиний/ метил сульфат               | »                           | 4     |
| Полиоксиалкилированный глицерин (лапрол-5003-2-Б10)              | Органолептический           | 10    |
| Полиоксипропилендиол (лапрол-702)                                | То же                       | 0,2   |
| Полиоксипропиленпентол (лапрол-305)                              | Общесанитарный              | 10    |
| Полиоксипропилентриол (лапрол-3003)                              | Общесанитарный              | 10    |
| Полиоксиэтилен мол. м. 2...3 млн                                 | То же                       | 0,1   |
| » мол. м. 5 млн                                                  | »                           | 0,02  |
| Политрибутилолометакрилат (флокулянт ППС)                        | Санитарно-токсикологический | 0,09  |
| Полифосфаты                                                      | Органолептический           | 3,5   |
| Полихлорпинен                                                    | Санитарно-токсикологический | 0,2   |
| Полиэтиленамин                                                   | То же                       | 0,1   |
| Полиэтиленовая эмульсия (водная дисперсия 25 %-ного полиэтилена) | Органолептический           | 0,3   |
| Полиэтиленполиамин                                               | Санитарно-токсикологический | 0,005 |
| Полиэтилентиурамдисульфид цинка (поликарбацин)                   | Органолептический           | 2     |
| Превоцел 12                                                      | То же                       | 0,1   |
| » W-OF                                                           | »                           | 0,025 |
| Препарат АМ                                                      | Общесанитарный              | 1     |
| » Д-11 (ТУ 3840830—79)                                           | Санитарно-токсикологический | 0,2   |
| Препарат ДА-52 (ТУ 3840831—79)                                   | То же                       | 0,6   |
| Препарат ОС-20                                                   | Органолептический           | 0,1   |
| Проксамин 385                                                    | То же                       | 0,1   |
| Проксанол 186                                                    | »                           | 0,1   |
| Пропилбензол                                                     | »                           | 0,2   |
| Пропилен                                                         | »                           | 0,5   |
| Пропиленгликоль                                                  | Общесанитарный              | 0,6   |
| o-Пропилфенол                                                    | Органолептический           | 0,01  |
| n-Пропилфенол                                                    | То же                       | 0,01  |
| S-Пропил-N-этил-N-бутилтиокар-                                   | »                           | 0,01  |



| Вещество                                                                               | ЛПВ                         | ПДК               |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| бамат (тиллам)                                                                         |                             |                   |
| Пропионат натрия                                                                       | Общесанитарный              | 0,8               |
| Резорцин                                                                               | То же                       | 0,1 <sup>*3</sup> |
| Роданиды                                                                               | Санитарно-токсикологический | 0,1               |
| Ртуть                                                                                  | То же                       | 0,0005            |
| Сапонин                                                                                | Органолептический           | 0,2               |
| Свинец                                                                                 | Санитарно-токсикологический | 0,03              |
| Селен                                                                                  | То же                       | 0,001             |
| Сернокислого эфира 2-этилгексанола натриевая соль (сульфирол-8)                        | Органолептический           | 5                 |
| Сероуглерод                                                                            | То же                       | 1                 |
| Силанол лака:                                                                          |                             |                   |
| КО-075                                                                                 | »                           | 0,5               |
| КО-116                                                                                 | »                           | 0,015             |
| КО-921                                                                                 | »                           | 0,05              |
| Силикат натрия (по SiO <sub>3</sub> )                                                  | Санитарно-токсикологический | 50                |
| Силоксаны:                                                                             |                             |                   |
| гекса/ γ-трифторпропил/полидиметил (полиметил) трифторпропилсилоксан (жидкость 169 1п) | Органолептический           | 5                 |
| гексаметилполидиметилполиметил/ γ-трифторпропил/силоксан (ФСТ-5)                       | То же                       | 10                |
| жидкость 187                                                                           | Органолептический           | 5                 |
| метилизобутилполисилоксан (М-И-С)                                                      | То же                       | 2                 |
| нитрилполисилоксан (НПС-50)                                                            | »                           | 5                 |
| полиметилгидросилоксан (ГКЖ-94М)                                                       | »                           | 2                 |
| полиметилдихлорфенилсилоксан (ХС-2-1)                                                  | »                           | 10                |
| полиметилфенилсилоксан (ФМ-5)                                                          | »                           | 2,5               |
| полиметилфенилсилоксан (ФМ-1322/30)                                                    | »                           | 10                |
| полиэтилгидросилоксан (ГКЖ-94)                                                         | »                           | 10                |
| полиэтилсилоксановая жидкость (смазка № 3)                                             | »                           | 10                |
| Синтамид                                                                               | »                           | 0,1               |
| Синтанол:                                                                              |                             |                   |
| ВН-7                                                                                   | »                           | 0,1               |
| ВТ-15                                                                                  | »                           | 0,1               |
| ДТ-7                                                                                   | »                           | 0,1               |
| МЦ-10                                                                                  | »                           | 0,1               |



| Вещество                                       | ЛПВ                         | ПДК        |
|------------------------------------------------|-----------------------------|------------|
| ДС-10                                          | »                           | 0,1        |
| Скипидар                                       | »                           | 0,2        |
| Смесь эфира щавелевой кислоты и высших спиртов | Общесанитарный              | 1          |
| Смола древесная лиственных пород               | Органолептический           | 0,01       |
| Спирт:                                         |                             |            |
| аллиловый                                      | То же                       | 0,1        |
| амиловый                                       | »                           | 1,5        |
| γ-ацетопропиловый                              | Общесанитарный              | 5          |
| бензиловый                                     | То же                       | 0,4        |
| бутиловый нормальный                           | Санитарно-токсикологический | 0,1        |
| » вторичный                                    | То же                       | 0,2        |
| » третичный                                    | »                           | 1          |
| гексиловый вторичный                           | »                           | 0,1        |
| » нормальный                                   | »                           | 0,01       |
| » третичный (флореагент ТГС)                   | »                           | 0,01       |
| гептиловый                                     | »                           | 0,005      |
| 1,1-дигидроперфторгептиловый                   | »                           | 4          |
| β, β-дихлоризопропиловый (дихлоргидрин)        | Органолептический           | 1          |
| изобутиловый                                   | Санитарно-токсикологический | 0,15       |
| изопропиловый                                  | Органолептический           | 0,25       |
| α-метилбензиловый                              | Общесанитарный              | 0,4        |
| нониловый                                      | Санитарно-токсикологический | 0,01       |
| пропиловый                                     | Органолептический           | 0,25       |
| тетрагидрофуриловый                            | Общесанитарный              | 0,5        |
| Смола КС-35                                    | Санитарно-токсикологический | 0,1        |
| Смола МКС-10                                   | То же                       | 3          |
| Стеарокс-6                                     | Органолептический           | 1          |
| Стеарокс-920                                   | То же                       | 0,5        |
| Стирол                                         | »                           | 0,1        |
| Стрептоцид                                     | Общесанитарный              | 0,5        |
| Стронций (стабильный)                          | Санитарно-токсикологический | 7          |
| Сукционитрил                                   | То же                       | 0,2        |
| Сульгин                                        | Общесанитарный              | 0,01       |
| Сульфамид C <sub>12</sub> ...C <sub>17</sub>   | То же                       | 0,1        |
| Сульфаты (по SO <sub>4</sub> )                 | Органолептический           | 500        |
| Сульфенамид БТ                                 | То же                       | 0,05       |
| Сульфиддибутилового                            | Санитарно-токсикологический | 0,02       |
| Сульфиды                                       | Общесанитарный              | Отсутствие |
| Сульфодимезин                                  | То же                       | 1          |
| Сульфокарбоновых кислот натриевые соли         | Органолептический           | 3          |
| Сульфолен                                      | Общесанитарный              | 0,1        |



| Вещество                                       | ЛПВ                         | ПДК        |
|------------------------------------------------|-----------------------------|------------|
| Сульфанол:                                     |                             |            |
| НП-1                                           | Органолептический           | 0,5        |
| НП-3                                           | То же                       | 0,5        |
| сланцевый ЭС-1                                 | »                           | 0,5        |
| Сульфозтоксилат $C_{10} \dots C_{13}$          | »                           | 0,2        |
| Сурьма                                         | Санитарно-токсикологический | 0,05       |
| Т-66 (ВТУ № 02-68, флокулянт)                  | То же                       | 0,2        |
| Таллий                                         | »                           | 0,0001     |
| Теллур                                         | »                           | 0,01       |
| Тетрабутилолово                                | »                           | 0,002      |
| Тетрагидробензальдегид                         | Общесанитарный              | 0,1        |
| Тетрагидробензиловый эфир                      | То же                       | 0,1        |
| Тетрагидро-1,4-оксазин (морфолин)              | Органолептический           | 0,04       |
| Тетрагидротиофен-1,1-диоксин<br>(сульфолан)    | То же                       | 0,5        |
| 1,2,5,6-Тетрагидрофталевоый ангидрид           | Общесанитарный              | 0,5        |
| 1,2,5,6-Тетрагидрофталимид                     | То же                       | 0,7        |
| 3,4,5,6-Тетрагидрофталимид метил-              | »                           | 1          |
| D-Z-цис-трансхризантемат (неоми-<br>намин)     |                             |            |
| Тетрагидрофуран                                | »                           | 0,5        |
| Тетрагидрохинон                                | Органолептический           | 0,05       |
| Тетраметилтиурамдисульфид                      | Санитарно-токсикологический | 1          |
| (тиурам Д)                                     |                             |            |
| Тетрамон С                                     | Общесанитарный              | 1          |
| Тетранитраметан                                | Органолептический           | 0,5        |
| Тетраоксипропилэтилендиамин<br>(лапромол-294)  | Санитарно-токсикологический | 2          |
| Тетрахлорбензол                                | То же                       | 0,01       |
| 2,3,5,6-Тетрахлор-п-бензохинон (хло-<br>ранил) | Органолептический           | 0,01       |
| Тетрахлоргептан                                | То же                       | 0,0025     |
| Тетрахлорнонан                                 | Общесанитарный              | 0,003      |
| Тетрахлорпентан                                | То же                       | 0,005      |
| Тетрахлорпропан                                | »                           | 0,01       |
| Тетрахлорпропен                                | Санитарно-токсикологический | 0,002      |
| Тетрахлорундекан                               | Органолептический           | 0,007      |
| Тетрахлорэтан                                  | Органолептический           | 0,2        |
| Тетразилолово                                  | Санитарно-токсикологический | 0,0002     |
| Тетразилсвинец                                 | То же                       | Отсутствие |
| Тетразилтиурамдисульфид<br>(тиурам Е)          | Органолептический           | То же      |
| Тиомочевина                                    | Санитарно-токсикологический | 0,03       |
| Тиосульфат натрия (гипосульфит<br>натрия)      | Общесанитарный              | 2,5        |
| Тиофен                                         | Органолептический           | 2          |



| Вещество                                                                                          | ЛПВ                         | ПДК    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------|
| Титан                                                                                             | Общесанитарный              | 0,1    |
| N-0-Толил-1,2,3,4,7,7-гексахлор-<br>1,4-метано-1,4,5,6-тетрагидрофта-<br>лимид (гексимид)         | То же                       | 0,1    |
| Толуол                                                                                            | Органолептический           | 0,5    |
| n-Толуолсульфиновой кислоты<br>натриевая соль                                                     | Санитарно-токсикологический | 1      |
| n-Толуолсульфохлорид                                                                              | Общесанитарный              | 1      |
| n-Трет-бутилтолуол                                                                                | Органолептический           | 0,5    |
| Триалкиламин C <sub>7</sub> ...C <sub>9</sub>                                                     | Санитарно-токсикологический | 0,1    |
| 2,4,4-Триаминобензанилид                                                                          | То же                       | 0,02   |
| Трибутиламин                                                                                      | Органолептический           | 0,9    |
| Трибутилметакрилатолово                                                                           | Санитарно-токсикологический | 0,0002 |
| Трибутилолово хлорид                                                                              | То же                       | 0,02   |
| S, S, S-Трибутилтретиофосфат<br>(бутифос)                                                         | Органолептический           | 0,0003 |
| Трибутилфосфат                                                                                    | То же                       | 0,01   |
| 1,1,9-Тригидрогексадекафторно-<br>нанол (п-4)                                                     | »                           | 0,25   |
| 1,1,7-Тригидрододекафторгепта-<br>нол (п-3)                                                       | Органолептический           | 0,1    |
| 2,4,6-Тригидрокси-1,3,5-триазина<br>моноватриевая соль (циануровой<br>кислоты моноватриевая соль) | То же                       | 25     |
| 1,1,5-Тригидрооктафторпентанол<br>(п-2)                                                           | »                           | 0,25   |
| 1,1,3-Тригидротетрафторпропа-<br>нол (п-1)                                                        | »                           | 0,25   |
| 1,1,13-Тригидротетразйкозафтор-<br>тридеканол (п-6)                                               | »                           | 0,25   |
| 1,1,11-Тригидроэйкозафторунде-<br>канол (п-5)                                                     | »                           | 0,5    |
| Триизооктиламин                                                                                   | Санитарно-токсикологический | 0,025  |
| Триизопропаноламин                                                                                | То же                       | 0,5    |
| Трикрезилфосфат                                                                                   | »                           | 0,005  |
| c-Триксиленилфосфат                                                                               | Органолептический           | 0,05   |
| Триметиламин                                                                                      | То же                       | 0,05   |
| 2,4,6-Триметиланилин<br>(мезидин)                                                                 | Санитарно-токсикологический | 0,01   |
| Триметилфосфат                                                                                    | Органолептический           | 0,3    |
| Триметилфосфит                                                                                    | То же                       | 0,005  |
| 2,4,4'-Тринитробензанилид                                                                         | Санитарно-токсикологический | 0,02   |
| Тринитробензол                                                                                    | То же                       | 0,4    |
| Тринитрометан (нитроформ)                                                                         | Органолептический           | 0,01   |
| Тринитротолуол                                                                                    | Общесанитарный              | 0,5    |



| Вещество                                                     | ЛПВ                         | ПДК                |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 2,4,6-Тринитрофенол<br>(пикриновая кислота)                  | Органолептический           | 0,5                |
| Трифенилфосфит                                               | Санитарно-токсикологический | 0,01 <sup>*2</sup> |
| м-Трифторметиланилин                                         | То же                       | 0,02               |
| м-Трифторметилмочевина                                       | Органолептический           | 0,03               |
| м-Трифторметилнитробензол                                    | То же                       | 0,01               |
| N-(Трифторметилфенил)-N', N''-<br>диметилмочевина (которан)  | »                           | 0,3                |
| м-Трифторметилфенилмочевина                                  | »                           | 0,03               |
| Трифторпропилсилан (AsSiH)                                   | »                           | 1,5                |
| Трифторхлорпропан (фреон 253)                                | Санитарно-токсикологический | 0,1                |
| 2,4,5-Трихлоранилин                                          | Органолептический           | 1                  |
| Трихлорацетат натрия                                         | Общесанитарный              | 5                  |
| Трихлорбензоксазолинон-2<br>(трилан технический)             | Органолептический           | 1                  |
| Трихлорбензол                                                | То же                       | 0,03               |
| Трихлорбифенил                                               | Санитарно-токсикологический | 0,001              |
| 2,3,4-Трихлорбутен-1                                         | То же                       | 0,02               |
| 1,1,5-Трихлор-1,2-дибромгентен<br>(бромтан)                  | Органолептический           | 0,04               |
| N-Трихлорметилтиотетрагидро-<br>фталимид (каптан)            | То же                       | 2                  |
| N-Трихлорметилтиофтамид<br>(фталан)                          | »                           | 0,04               |
| 1,1,5-Трихлорпентен                                          | »                           | 0,04               |
| Трихлорпропан                                                | Органолептический           | 0,07               |
| Трихлорпропионат натрия                                      | То же                       | 1                  |
| 2,3,6-Трихлортолуол                                          | »                           | 0,03               |
| 2,3,6-Трихлор-п-трет-бутилтолуол                             | »                           | 0,1                |
| 2,4,5-Трихлорфеноксиэтилтрихлор-<br>ацетат (гексанат)        | Санитарно-токсикологический | 5                  |
| Трихлорфенол                                                 | Органолептический           | 0,04               |
| 2,4,5-Трихлорфеноксиэтил-α, α-<br>дихлорпропионат (пентанат) | Санитарно-токсикологический | 2,5                |
| Триэтаноламин                                                | Органолептический           | 1,4                |
| Триэтиламин                                                  | Санитарно-токсикологический | 2                  |
| Триэтиленгликоль                                             | Общесанитарный              | 0,5                |
| Триэтилендиамин                                              | Санитарно-токсикологический | 6                  |
| Универсин-компаундированный<br>жидкий битум (ТУ 38-3028—75)  | Органолептический           | 0,01               |
| 1-Фенил-4-амино-5-хлорпиридазон-6<br>(феназон)               | Санитарно-токсикологический | 2                  |
| Фенилгидразин                                                | То же                       | 0,01               |
| Феназепам                                                    | »                           | 0,8                |
| п-Фенетидин                                                  | »                           | 0,02               |
| Фенилгидроксиламин                                           | »                           | 0,1                |



| Вещество                                                                             | ЛПВ                         | ПДК                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| N-Фенил-N, N'-диметилмочевина (фенурон)                                              | Общесанитарный              | 0,2                      |
| 1-Фенил-4,5-дихлорпиридазон-6                                                        | Санитарно-токсикологический | 2                        |
| p-Фенилендиамин (урсол)                                                              | То же                       | 0,1                      |
| m-Фенилендиамин                                                                      | Санитарно-токсикологический | 0,1                      |
| Фенилметилмочевина                                                                   | Общесанитарный              | 5                        |
| 1-Феноксиацетил-2-метаксикарбониламино-бензимидазол (бенацил)                        | То же                       | 10                       |
| Фенол                                                                                | Органолептический           | 0,001 <sup>*5</sup>      |
| Ферроцианиды                                                                         | Санитарно-токсикологический | 1,25                     |
| Флотол C <sub>7</sub> ...C <sub>9</sub>                                              | То же                       | 0,5                      |
| Флотореагент ААР-1                                                                   | Органолептический           | 0,001                    |
| Флотореагент ААР-2 (газойль)                                                         | То же                       | 0,005                    |
| Формальдегид                                                                         | Санитарно-токсикологический | 0,05                     |
| Фосфор элементарный                                                                  | То же                       | 0,0001                   |
| Фтор                                                                                 | »                           | 1,5 <sup>*6</sup>        |
| Фуран                                                                                | »                           | 0,2                      |
| Фурфурол                                                                             | Органолептический           | 1                        |
| p-Хинондиоксим                                                                       | Санитарно-токсикологический | 0,1                      |
| Хлор активный                                                                        | Общесанитарный              | Отсутствие <sup>*7</sup> |
| Хлораль                                                                              | Санитарно-токсикологический | 0,2                      |
| 3-Хлор-4-аминофенол                                                                  | Органолептический           | 0,1                      |
| Хлорангидрид дифенилуксусной кислоты                                                 | Общесанитарный              | 0,1                      |
| m-Хлоранилин                                                                         | Санитарно-токсикологический | 0,2                      |
| p-Хлоранилин                                                                         | То же                       | 0,2                      |
| Хлорат натрия                                                                        | Органолептический           | 20                       |
| Хлорацетат амина канифоли                                                            | То же                       | 0,5                      |
| α-Хлоацетоуксусный эфир                                                              | Общесанитарный              | 0,5                      |
| 6-Хлорбензоксазолон                                                                  | Органолептический           | 0,2                      |
| Хлорбензол                                                                           | Санитарно-токсикологический | 0,02                     |
| p-Хлорбензолсульфонат натрия                                                         | То же                       | 2                        |
| 2-Хлор-4,6-бис-/изопропиламино/-сим-триазин (пропазин)                               | Органолептический           | 1                        |
| 2-Хлор-4,6-бис-/этиламино/-сим-триазин (симазин нерастворенный)                      | То же                       | Отсутствие               |
| 2-Хлор-4,6-бис-/этиламино/-сим-триазина 2-оксипроизводное (оксипроизводное симазина) | »                           | То же                    |
| 4-Хлор-2-бутинил-N-3-хлорфенилкарбамат (карбин)                                      | »                           | 0,03                     |
| 1-Хлор-2,3-дибромпропан (немагон)                                                    | »                           | 0,01                     |



| Вещество                                                                    | ЛПВ                         | ПДК   |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|
| 3-Хлор-2,4-диметилвалеранилид (солан)                                       | »                           | 0,1   |
| Хлориды (по $\text{Cl}^-$ )                                                 | »                           | 350   |
| 2-Хлор-N-изопропилацетанилид (рамрод)                                       | Общесанитарный              | 0,01  |
| Хлорит натрия                                                               | Санитарно-токсикологический | 0,2   |
| $\gamma$ -Хлоркротиловый эфир дихлорфеноксиуксусной кислоты (кротилин)      | Органолептический           | 0,02  |
| 3-Хлор-2-метилпропен (металлилхлорид)                                       | Санитарно-токсикологический | 0,01  |
| O-/2-Хлор-4-метилфенил/-N'-/изопропил/-амидохлорметилтиофосфонат (изофос-3) | Органолептический           | 0,4   |
| 3-Хлорметил-6-хлорбензоксазолон                                             | Санитарно-токсикологический | 0,4   |
| Хлорнафталин                                                                | Органолептический           | 0,01  |
| 4-Хлор-2-нитроанилин                                                        | То же                       | 0,025 |
| Хлорнитрозоциклогексан                                                      | »                           | 0,005 |
| $\beta$ -Хлоропрен                                                          | Санитарно-токсикологический | 0,01  |
| 2-Хлортиофен                                                                | Органолептический           | 0,001 |
| Хлор-n-трет-бутилтолуол                                                     | То же                       | 0,002 |
| o-Хлортолуол                                                                | Санитарно-токсикологический | 0,2   |
| p-Хлортолуол                                                                | То же                       | 0,2   |
| 2-Хлор-1-/2,4,5-трихлорфенил/винилдиметилфосфат (гардона)                   | Общесанитарный              | 0,3   |
| N-/4-Хлорфенил/-N', N'-диметилмочевина (монурон)                            | Органолептический           | 5     |
| N-4-Хлорфенил-N'-метил-N'-метоксимочевина (арезин)                          | Общесанитарный              | 0,05  |
| N-/p-Хлорфенил/-N'-оксимочевина                                             | Органолептический           | 0,1   |
| 4-Хлорфенил-2,4,5-трихлорфенилазосульфид                                    | То же                       | 0,2   |
| 4-Хлорфенил-4-хлорбензолсульфонат (эфирсульфонат)                           | »                           | 0,2   |
| Хлорфенол                                                                   | Органолептический           | 0,001 |
| Хлорхолинхлорид                                                             | Санитарно-токсикологический | 0,2   |
| Хлорциклогексан                                                             | Органолептический           | 0,05  |
| 2-Хлор-4-этиламино-6-изопропиламино-сим-триазин (атразин)                   | Общесанитарный              | 0,5   |
| Хлорэндиковый ангидрид                                                      | Органолептический           | 1     |
| $\beta$ -Хлорэтилтрис/диэтиламино/фосфоний хлорид (дефос)                   | То же                       | 2     |
| Хризантемат натрия                                                          | Общесанитарный              | 0,8   |
| Хром ( $\text{Cr}^{3+}$ )                                                   | Органолептический           | 0,5   |
| » ( $\text{Cr}^{6+}$ )                                                      | То же                       | 0,1   |
| Цианамид кальция                                                            | »                           | 1     |



| Вещество                                      | ЛПВ                         | ПДК               |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Хромолан                                      | Общесанитарный              | 0,5               |
| Цакс                                          | Санитарно-токсикологический | 2                 |
| Целалтокс                                     | Органолептический           | 0,5               |
| Цианбензальдегида оксинатриевая соль          | То же                       | 0,03              |
| Цианиды                                       | Санитарно-токсикологический | 0,1 <sup>*8</sup> |
| Циануровой кислоты моносодовая соль           | Органолептический           | 25                |
| Циклогексан                                   | Санитарно-токсикологический | 0,1               |
| Циклогексано́л                                | То же                       | 0,5               |
| Циклогексанон                                 | »                           | 0,2               |
| Циклогексанонноксим                           | »                           | 1                 |
| Циклогексен                                   | »                           | 0,02              |
| Циклогексиламин                               | Общесанитарный              | 0,1               |
| Циклогексиламина карбонат                     | Санитарно-токсикологический | 0,01              |
| Циклогексиламина хромат                       | То же                       | 0,01              |
| Циклогексими́д дихлормалеиновой кислоты       | Органолептический           | 0,04              |
| Циклогексилмочевина                           | Общесанитарный              | 3                 |
| 3-Циклогексил-5,6-триметиленурацил (гексилур) | Санитарно-токсикологический | 0,2               |
| Циклопентанон-2-карбоксибутан-1               | Общесанитарный              | 0,1               |
| Циклотетраметилентетранитроамин (октаген)     | Санитарно-токсикологический | 0,2               |
| Циклотриметилентринитроамин (гексоген)        | То же                       | 0,1               |
| Цинк                                          | Общесанитарный              | 1                 |
| Эмукрил С                                     | Органолептический           | 5                 |
| Эпамин 06                                     | Общесанитарный              | 2                 |
| Эпихлоргидрин                                 | Санитарно-токсикологический | 0,01              |
| ЭПН-5                                         | Органолептический           | 0,2               |
| Этилакрилат                                   | То же                       | 0,005             |
| N-Этиланилин                                  | »                           | 1,5               |
| Этилацетат                                    | Санитарно-токсикологический | 0,2               |
| Этилбензол                                    | Органолептический           | 0,01              |
| Этибутиламин                                  | То же                       | 0,5               |
| S-Этил-N-гексаметилентиокарбамат (ялан)       | »                           | 0,07              |
| S-Этил-N, N-дипропилтиокарбамат (эптам)       | »                           | 0,1               |
| o-Этилдихлортиофосфат                         | Санитарно-токсикологический | 0,06              |
| o-Этил-0,2,4-дихлорфенилхлортиофосфат         | Общесанитарный              | 0,05              |
| Этилен                                        | Органолептический           | 0,5               |
| Этилен-бис-дитиокарбамат цинка (цинеб)        | То же                       | 0,03              |



| Вещество                                                                                  | ЛПВ                         | ПДК    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------|
| Этилен-бис-тиогликолятдиоктило-<br>лово                                                   | Санитарно-токсикологический | 0,002  |
| Этилен-бис-тиокарбомат аммония<br>(ЭДТК)                                                  | Органолептический           | 0,04   |
| Этиленгликоль                                                                             | Санитарно-токсикологический | 1      |
| Этилендиамин                                                                              | Органолептический           | 0,2    |
| Этилендиамининтетрауксусной<br>кислоты динатриевая соль (три-<br>лон Б)                   | Санитарно-токсикологический | 4      |
| Этиленхлоргидрин                                                                          | То же                       | 0,1    |
| Этилидендиацетат                                                                          | »                           | 0,6    |
| Этилксантогенат калия                                                                     | Органолептический           | 0,1    |
| Этилмеркурхлорид                                                                          | Санитарно-токсикологический | 0,0001 |
| 0-Этил-0,4-(метилтио) фенил-S-про-<br>пилдитиофосфат (болстар)                            | Органолептический           | 0,003  |
| 0-Этил-О-метилхлортиофосфат (ди-<br>эфир)                                                 | То же                       | 0,002  |
| Этиловый эфир N-бензоил-N/-3,4-<br>дихлорфенил/-2-аминопропионо-<br>вой кислоты (суффикс) | Санитарно-токсикологический | 1      |
| Этиловый эфир β, β-диметилакри-<br>ловой кислоты                                          | Органолептический           | 0,4    |
| Этиловый эфир N, 3,4-дихлорфенил-<br>аланина                                              | Общесанитарный              | 0,1    |
| Этиловый эфир:                                                                            |                             |        |
| диэтиленгликоля (карбитол)                                                                | То же                       | 0,3    |
| молочной кислоты                                                                          | Санитарно-токсикологический | 0,4    |
| триэтиленгликоля                                                                          | Общесанитарный              | 0,08   |
| этиленгликоля                                                                             | То же                       | 1      |
| o-Этил-S-пропил-0,2-дихлорфенил-<br>тиофосфат (этафос)                                    | Органолептический           | 0,05   |
| Этилсиликонат натрия (ГКЖ-10)                                                             | То же                       | 2      |
| Этилциклогексиламин                                                                       | Общесанитарный              | 0,5    |
| Этилциклогексиламинная соль<br>этилциклогексилтиокарбамино-<br>вой кислоты                | Санитарно-токсикологический | 4      |
| Этоксилат первичных спиртов<br>C <sub>12</sub> ...C <sub>15</sub>                         | Органолептический           | 0,1    |
| Эфир этиленгликоля и жирных<br>кислот                                                     | Общесанитарный              | 0,7    |
| Эфир этилкарбитола и жирных<br>кислот                                                     | То же                       | 0,8    |

\*1. В пределах, допустимых расчетом на содержание органических веществ в водое-  
мах, и по показателям БПК и растворенного кислорода. 2. Опасно при попадании через



кожу. 3. Для неорганических соединений. 4. С учетом кислородного режима для зимних условий. 5. ПДК фенола (0,001 мг/л) указана для суммы летучих фенолов, придающих воде хлорфенольный запах при хлорировании (метод пробного хлорирования). Эта ПДК относится к водным объектам хозяйственно-питьевого водопользования при условии применения хлора для обеззараживания воды в процессе ее очистки на водопроводных сооружениях или при определении условий сброса сточных вод, подвергающихся обеззараживанию хлором. В иных случаях допускается содержание суммы летучих фенолов в водных объектах 0,1 мг/л. 6. Имеется в виду фтор также в соединениях. 7. С учетом хлорпоглощаемости водоемов. 8. Цианиды простые и комплексные (за исключением цианоферратов) в расчете на циан.

*Рыбохозяйственным критерием* называют критерий качества воды, учитывающий пригодность ее для обитания и развития промысловых рыб и промысловых водных организмов.

*Экологический критерий* — это критерий качества воды, учитывающий условия нормального во времени функционирования водной экологической системы.

*Экономическим критерием* называют критерий качества, учитывающий рентабельность использования воды водного объекта.

Согласно Правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами, водоемы и водотоки (водные объекты) считаются загрязненными, если показатели состава и свойства воды в них изменились в результате прямого или косвенного влияния производственной деятельности и бытового использования населением и частично или полностью непригодны для одного из видов водопользования.

Критерием загрязненности служит ухудшение качества воды вследствие изменения ее органолептических свойств и появления вредных для человека, животных, птиц, рыб, кормовых и промысловых организмов веществ, а также повышение температуры воды, изменяющее условия нормальной жизнедеятельности водных организмов. Пригодность поверхностных вод для хозяйственно-питьевых, культурно-бытовых и рыбохозяйственных целей определяется их соответствием требованиям и нормативам, изложенным в Правилах охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.

В случае одновременного использования водного объекта или его участка для различных нужд народного хозяйства следует исходить из более жестких нормативов качества поверхностных вод.

Водные объекты, предназначенные для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, подразделяют на две категории: к I категории относят водный объект, служащий источником централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также водоснабжения предприятий пищевой промышленности; ко II — водный объект, используемый для купания, спорта и отдыха населения, а также находящийся в черте населенных мест.

Состав и свойства воды водного объекта в пунктах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования ни по одному показателю не должны превышать нормативы, приведенные в таблице 1.2, а концентрации вредных веществ не должны быть выше утвержденных для этих объектов ПДК вредных веществ.



Различают две категории водоемов рыбохозяйственного использования. К I категории относят водные объекты, в которых сохраняются и воспроизводятся ценные виды рыб, обладающих высокой чувствительностью к кислороду; ко II – водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей. Состав и свойства воды таких водоемов должны удовлетворять рыбохозяйственным требованиям (табл. 1.4), а концентрации вредных веществ в воде водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей, не должны превышать ПДК вредных веществ, установленные для таких водоемов.

#### 1.4. Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей [7]

| Показатели                 | Категория водоема                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                            | I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | II |
| Взвешенные вещества        | По сравнению с природными условиями содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться при сбросе сточных вод более чем на<br>0,25 мг/л                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|                            | Для водоемов (водотоков), содержащих в межень природных взвешенных веществ более 30 мг/л, допускается увеличение до 5 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|                            | Взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/с для водотоков и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
| Плавающие примеси          | На поверхности воды не должно быть пленок нефтепродуктов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |
| Окраска, запахи и привкусы | Вода не должна иметь посторонние запахи, привкусы и окраску и сообщать их мясу рыбы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
| Температура                | Не должна превышать естественную температуру водоема или водотока более чем на 5 °С. Допускается общее повышение температуры воды не более чем до 20 °С летом и 5 °С зимой для водных объектов, в которых обитают холодноводные рыбы (лососевые и сиговые), и не более чем до 28 °С летом и 8 °С зимой для остальных водных объектов. В местах нерестилищ налима запрещается повышение температуры воды зимой более чем до 2 °С |    |
| Водородный показатель (рН) | Не должен выходить за пределы 6,5...8,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
| Растворенный кислород      | В зимний (подледный) период не должен быть ниже<br>6 мг/л                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|                            | В летний (открытый) период во всех водных объектах должен быть не ниже 6 мг/л в пробе, отобранной до 12 ч дня                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
| Биохимическое потребление  | При 20 °С не должно превышать 3 мг/л. Если в зимний период содержание растворенного кислорода в воде водных объектов I категории рыбохозяйственного водопользования снижается до 6 мг/л, а II – до 4 мг/л, то допускается сброс в них только тех сточных вод, которые не изменяют БПК                                                                                                                                           |    |
| Ядовитые                   | Не должны содержаться в концентрациях, оказывающих прямо или косвенно вредное воздействие на рыб и водные организмы, служащие кормовой базой для рыб                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |



ПДК вредных веществ в водных объектах, используемых  
для рыбохозяйственных целей, мг/л

| Вещество                                                       | ПДК                                                    |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <i>Токсикологический ЛПВ</i>                                   |                                                        |
| Адипиновая кислота                                             | 6                                                      |
| Акрекс                                                         | Отсутствие                                             |
| Акриловая кислота                                              | 0,0025                                                 |
| Актеллик                                                       | Отсутствие                                             |
| Алкамон ОС-2                                                   | 0,012                                                  |
| Алкилбензилдиметиламмоний хлорид<br>(АБДА хлорида)             | 0,005                                                  |
| Алкилбензолсульфонат натрия C <sub>11</sub> ...C <sub>14</sub> | 0,28                                                   |
| Алюмокалиевые квасцы                                           | 0,625 (в пересчете на<br>Al — 0,036 мг/л)              |
| Аммиак                                                         | 0,05                                                   |
| Аминная соль 2,4-Д                                             | 0,1                                                    |
| Аминопропилтриэтоксисилан (АГМ-9)                              | 0,01                                                   |
| Аммоний двухромовокислый                                       | 0,05                                                   |
| >> солевой (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )                     | 0,5                                                    |
| >> солевой*                                                    | При 13...34 ‰                                          |
| (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )                                | 2,9                                                    |
| Анилин                                                         | 0,0001                                                 |
| >> солянокислый                                                | 0,1                                                    |
| Антио (ядохимикат)                                             | 0,0025                                                 |
| Атразин                                                        | 0,005                                                  |
| Ацетанилид                                                     | 0,004                                                  |
| Ацетон                                                         | 0,05                                                   |
| Байтекс                                                        | Отсутствие                                             |
| Базудин                                                        | То же                                                  |
| Байлетон (ядохимикат)                                          | 0,0014                                                 |
| Бензол                                                         | 0,5                                                    |
| Битоксибациллин (бакпрепарат)                                  | 5                                                      |
| Бор аморфный                                                   | 0,1                                                    |
| Бромид (Br <sup>-</sup> )*                                     | 12 в дополнение к естественному<br>содержанию бромидов |
| Бусан-26                                                       | 0,01                                                   |
| Бусперс-51                                                     | 0,05                                                   |
| Бутилакрилат                                                   | 0,0005                                                 |
| Бутил-β-бутоксипропионат                                       | 0,001                                                  |
| Бутилксантогенат натрия                                        | 0,03                                                   |
| Бутиловый спирт                                                | 0,03                                                   |
| Бутиловый эфир 2,4-Д                                           | 0,004                                                  |
| Ванадий (V <sup>5+</sup> )                                     | 0,001                                                  |
| Винилтриэтоксисилан (ГВС-9)                                    | 0,01                                                   |
| Вирин АББ (бакпрепарат)                                        | 10                                                     |
| Вирин ГЯП (бакпрепарат)                                        | 10                                                     |



| Вещество                                                                                                   | ПДК                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Вирин-диприон                                                                                              | 0,1                  |
| Вирин-KCl                                                                                                  | 0,1                  |
| Вирин-ЭКС                                                                                                  | 1                    |
| Вирин-ЭНШ                                                                                                  | 1                    |
| Водамин-115                                                                                                | 0,005                |
| Вольфрам ( $W^{6+}$ )                                                                                      | 0,0008               |
| Гексахлоран                                                                                                | Отсутствие           |
| Гексафторпропилен                                                                                          | 0,017                |
| Гептил                                                                                                     | 0,0005               |
| Гетерофос (ядохимикат)                                                                                     | Отсутствие (0,00001) |
| Гидразингидрат                                                                                             | 0,00025              |
| Гидрохинон                                                                                                 | 0,001                |
| Гликолят натрия                                                                                            | 0,15                 |
| Гомелин                                                                                                    | 10                   |
| Дактал                                                                                                     | 0,08                 |
| Далапон                                                                                                    | 3                    |
| ДДВФ (диметилдихлорвинилфосфат)                                                                            | Отсутствие           |
| ДДТ технический                                                                                            | То же                |
| »    в соляровом масле                                                                                     | »                    |
| Дендробациллин                                                                                             | 10                   |
| Дибутилдитиофосфат натрия                                                                                  | 0,0006               |
| Дибутилсебацинат (ДБС)                                                                                     | 0,0001               |
| Дилор 80 %                                                                                                 | 0,0005               |
| Диметакриловый эфир триэтиленгликоля (ТГМ-3)                                                               | 0,01                 |
| Диметиламин                                                                                                | 0,005                |
| Диметилформамид                                                                                            | 0,25                 |
| ДНС (динатриевая соль моноалкилсульфоянтарной кислоты на основе вторичных спиртов и малеинового ангидрида) | 0,2                  |
| Динитрометилфенол (ДНОК)                                                                                   | 0,002                |
| 2,4-Динитрохлорбензол                                                                                      | 0,01                 |
| Ди-п-пропиламин                                                                                            | 0,01                 |
| Диспергатор ДН-75                                                                                          | 0,15                 |
| »    ДН-75*                                                                                                | 0,005                |
| »    ОМ-6*                                                                                                 | 0,005                |
| »    НФ                                                                                                    | 0,25                 |
| »    ХЕОС (АВ-3000)                                                                                        | 0,008                |
| Диспергент 124 (д)                                                                                         | Отсутствие           |
| »    124 (и)                                                                                               | То же                |
| Дисперсный краситель алый Ж                                                                                | 0,007                |
| Диссольван 4411                                                                                            | 0,9                  |
| Диурон                                                                                                     | 0,0015               |
| Диформаль пентаэритрита                                                                                    | 10                   |
| Дифторэтилен                                                                                               | 0,25                 |
| 2,5-Дихлорнитробензол                                                                                      | 0,01                 |
| Дицетилпероксидикарбонат                                                                                   | 0,01                 |
| Диэтанолламин                                                                                              | 0,01                 |



| Вещество                                                           | ПДК                                                       |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Диэтилдитиокарбамат натрия                                         | 0,0001                                                    |
| Дурсбан                                                            | Отсутствие                                                |
| Железо*                                                            | 0,05                                                      |
| Железо сернокислое закисное                                        | 0,1                                                       |
| Желтый железookисный пигмент (ГОСТ 18172)                          | 0,1                                                       |
| Извиоль-3                                                          | Отсутствие                                                |
| Изобутилен                                                         | 0,025                                                     |
| Изоприловый спирт                                                  | 0,01                                                      |
| Изофос                                                             | Отсутствие                                                |
| ИКБ-4 с ОП-7                                                       | 0,02                                                      |
| Инсектин                                                           | 10                                                        |
| Йодид ( $I^-$ )*                                                   | 0,2 в дополнение к<br>естественному содержанию<br>йодидов |
| ИОТ-1                                                              | 0,1                                                       |
| Кадмий*                                                            | 0,01                                                      |
| Кадмий ( $Cd^{2+}$ )                                               | 0,005                                                     |
| Калий*                                                             | При 13...18 ‰ 390                                         |
| Калий железосинеродистый                                           | 0,1                                                       |
| » иодистый                                                         | 0,1                                                       |
| Кальций*                                                           | При 13...18 ‰ 0,61 г/л                                    |
| Кальций фосфорнокислый однозамещенный<br>$Ca(H_2PO_4)_2$           | 7,5                                                       |
| Кальциевая соль диметилдитиокарбаминовой<br>кислоты (Ca-соль ДМДТ) | Отсутствие                                                |
| Камфен (ГОСТ 15.03.9)                                              | 0,25                                                      |
| Канифоль солевая                                                   | 0,01                                                      |
| » с сульфатом алюминия (комплекс)                                  | 0,05                                                      |
| Канифоль антивибрационная смазка (КАВС-45)                         | 0,08                                                      |
| Каолиновое волокно                                                 | 0,025                                                     |
| Каптакс                                                            | 0,05                                                      |
| Каптан                                                             | 0,0006                                                    |
| Карбамидная смола КС-35                                            | 5                                                         |
| Каратан (ядохимикат)                                               | Отсутствие (0,00007)                                      |
| Карбанокс ФТ-15                                                    | 0,5                                                       |
| Карбазолин СПД-3                                                   | 0,003                                                     |
| Карбофос (0,0-диметил-δ-(1,2-дикарбэтоксиэтил)-дитио-<br>фосфат)   | Отсутствие                                                |
| Кельтан                                                            | То же                                                     |
| Кобальт ( $Co^{2+}$ )                                              | 0,01                                                      |
| Кобальт*                                                           | 0,005                                                     |
| Корексит 9527*                                                     | 0,05                                                      |
| Которан (ядохимикат)                                               | 0,0007                                                    |
| Котофор                                                            | 0,0003                                                    |
| Краситель:                                                         |                                                           |



| Вещество                                            | ПДК                    |
|-----------------------------------------------------|------------------------|
| дисперсный желтый прочный 2К                        | 0,1                    |
| »    сине-зеленый                                   | 0,0025                 |
| »    синий К                                        | 0,002                  |
| кислотный ярко-синий антрахиновый                   | 0,002                  |
| органический прямой голубой                         | 0,01                   |
| прямой алый (азокраситель)                          | 0,01                   |
| хромовый черный — О                                 | 0,03                   |
| о-Крезол                                            | 0,003                  |
| Кремнеземное стекловолокно КВ-11                    | 0,1                    |
| Кремнийорганическая смола К-9                       | 0,1                    |
| Кремнийорганический лак (КО-926)                    | 0,05                   |
| Кюмене (смола)                                      | 0,01                   |
| Лак битумный                                        | 5                      |
| Лак кремнийорганический КО-926                      | 0,05                   |
| »    пекосмоляный                                   | 1                      |
| Лапрол 3003 (полиоксипропилентриол)                 | 0,03                   |
| Лапрол 5003-2Б-10 (полиоксиалкилированный глицерин) | 0,02                   |
| Лапромол-294                                        | 0,02                   |
| Ласет-1                                             | 0,05                   |
| Ласет-2                                             | 0,05                   |
| Латекс СКН-40 ИХМ                                   | 0,1                    |
| Лепидоцид (бакпрепарат)                             | 10                     |
| Линурон* (ядохимикат)                               | 0,001                  |
| Магний*                                             | При 13...18 % 0,94 г/л |
| Магний ( $Mg^{2+}$ )                                | 50                     |
| Малеиновый ангидрид                                 | 0,01                   |
| Марганец ( $Mn^{2+}$ )                              | 0,01                   |
| Масло солярное                                      | 0,01                   |
| »    легкое талловое                                | 0,1                    |
| Медь                                                | 0,001                  |
| Медь*                                               | 0,005                  |
| Меланиноформальдегидная смола                       | 0,1                    |
| Метакриловая кислота                                | 0,005                  |
| Метатион (ядохимикат)                               | Отсутствие (0,0000001) |
| Метиленхлорид                                       | 9,4                    |
| Метилметакрилат                                     | 0,001                  |
| Метилинитрофос, сумитион                            | Отсутствие             |
| Метиловый эфир:                                     |                        |
| акриловой кислоты                                   | 0,001                  |
| метоксипропионовой кислоты                          | 0,005                  |
| Метол                                               | 0,0006                 |
| Модифицированный нефелиновый антипирен (марка Б)    | 0,1                    |
| Модифицированный полиэтиленимин                     | 0,5                    |
| Модифицированная мочевиноформальдегидная смола      | 0,05                   |



| Вещество                                                                       | ПДК                |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Молибден ( $\text{Mo}^{6+}$ )                                                  | 0,0004             |
| Монопентахлорфеноловый эфир терпеномалеино-<br>вого аддукта                    | 0,0005             |
| Моносорбитовый эфир лауриновой кислоты (шпан 20)                               | 0,01               |
| Мочевиноформальдегидная смола МФ-17                                            | 1,5                |
| » КА-11                                                                        | 0,1                |
| МЛ-6 моющий препарат (смесь сульфоната, сульфо-<br>нала, ДБ-уайт-спирта)       | 0,5                |
| Мышьяк                                                                         | 0,05               |
| Мышьяк*                                                                        | 0,01               |
| Натриевая соль пентахлорфенолята аминоканифоли                                 | 0,01               |
| Натриевая соль 2,4-Д                                                           | 0,62               |
| Натрий*                                                                        | 7100               |
| Нафталин                                                                       | 0,004              |
| Нафтенат натрия*                                                               | 0,15               |
| 2-Нафтол                                                                       | 0,05               |
| Неонол 2В1315-12                                                               | 0,32               |
| » 2В1317-12                                                                    | 0,32               |
| » П1215-12                                                                     | 0,26               |
| » АФ-12                                                                        | 0,25               |
| » АФ-14                                                                        | 0,25               |
| Нефтеполимерная смола, водно-щелочная дисперсия                                | 0,1                |
| Нефтепродукты растворенные*                                                    | 0,05               |
| Нефтяной сульфонат натрия                                                      | 0,1                |
| Никель ( $\text{Ni}^{2+}$ )                                                    | 0,01               |
| Нитрат-ион ( $\text{NO}_2^-$ )                                                 | 0,08 (0,02 мг/л N) |
| Нитробензол                                                                    | 0,01               |
| Нитрафан (натриевая соль нитроалкилфенолов)                                    | 0,09               |
| "Новость" — стиральная паста                                                   | 0,1                |
| ОЖК (оксилированные жирные кислоты)                                            | 3,9                |
| Окись пропилена                                                                | 0,005              |
| Оксиамин*                                                                      | 0,05               |
| $\alpha$ -Оксиизомасляная кислота                                              | 0,005              |
| Оксипропиленцеллюлоза                                                          | 0,001              |
| Оксипропилцеллюлоза                                                            | 3                  |
| 1-Оксиэтилидендифосфоновая кислота                                             | 0,9                |
| Оксиэтилированные амины жирного ряда $\text{C}_{10} \dots \text{C}_{16}$ (ОЖА) | 0,2                |
| Оксиэтилцеллюлоза                                                              | 9                  |
| Олефинсульфонат натрия $\text{C}_{12} \dots \text{C}_{14}$                     | 0,5                |
| » $\text{C}_{15} \dots \text{C}_{18}$                                          | 0,15               |
| Олово четыреххлористое $\text{SnCl}_4$                                         | 0,02               |
| Ордран                                                                         | 0,0025             |
| ОП-7                                                                           | 0,3                |
| ОП-10                                                                          | 0,5                |
| ОП-10*                                                                         | 0,1                |



| Вещество                                            | ПДК        |
|-----------------------------------------------------|------------|
| ПБ-5                                                | 0,0015     |
| Паранитрохлоргидринстирол                           | 0,005      |
| ПАФ-13А                                             | 0,1        |
| Пентахлорфенолят натрия                             | 0,0005     |
| Пентахлорфенолят терпеномалеинового аддукта         | 0,0005     |
| Первичный натрий алкилсульфат $C_{10} \dots C_{12}$ | 0,5        |
| Перекись водорода                                   | 0,01       |
| Перхлорат аммония $NH_4 ClO_4$                      | 0,044      |
| Петролатум                                          | 6,5        |
| Пикраминовая кислота                                | 0,01       |
| Пикриновая кислота                                  | 0,01       |
| Пиридин                                             | 0,01       |
| Пиримор (бакпрепарат)                               | 0,0007     |
| Пирор-400                                           | 0,005      |
| Пирор-70                                            | 0,005      |
| ПО-1Д (пенообразователь)                            | 1,1        |
| Поливинилацетатная эмульсия                         | 0,3        |
| Поликарбацин (ядохимикат)                           | 0,00024    |
| Политерпен                                          | 0,001      |
| Полихлоркамфен (токсафен)                           | Отсутствие |
| Полихлорпинен                                       | То же      |
| Полиэтиленимин                                      | 0,001      |
| Полиэтиленовая эмульсия                             | 0,75       |
| Полиэтиленгликоль                                   | 5          |
| Полиэтиленоксид                                     | 10         |
| Превоцел                                            | 0,02       |
| Превоцел 100*                                       | 0,1        |
| Проксамин 385                                       | 7,5        |
| Прометрин                                           | 0,05       |
| Рамрод                                              | Отсутствие |
| Рамрод* (ядохимикат)                                | 0,001      |
| Резорцин                                            | 0,004      |
| Роданид калия                                       | 0,15       |
| "Роса" — тормозная жидкость                         | 0,5        |
| Ртуть*                                              | 0,0001     |
| Сайфос (ядохимикат)                                 | 0,0002     |
| Сатурн                                              | 0,0002     |
| Свинец ( $Pb^{2+}$ )                                | 0,1        |
| Свинец*                                             | 0,01       |
| Севин                                               | 0,0005     |
| Семерон                                             | 0,0005     |
| Сера                                                | 10         |
| Сероуглерод                                         | 1          |
| Силикат калия                                       | 2          |



| Вещество                                                                                                                    | ПДК                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Сильван ( $\alpha$ -метилфуран)                                                                                             | 0,01                    |
| Симазин                                                                                                                     | 0,0024                  |
| Синтанол АЛМ-7                                                                                                              | 0,002                   |
| Синтанол ДС-10                                                                                                              | 0,0005                  |
| Смолистые вещества, вымытые из хвойных пород древесины                                                                      | 2                       |
| Смола для получения активных углей (ТУ 81-05—91)                                                                            | 0,5                     |
| СНПХ-91                                                                                                                     | 0,01                    |
| СНПХ-44                                                                                                                     | 0,1                     |
| СНПХ-5306                                                                                                                   | 0,2                     |
| СНПХ-102                                                                                                                    | 0,07                    |
| Сополимер-1 (алкилированный сополимер диэтиламиноэтилметакрилата и метакриламида)                                           | 0,05                    |
| Сополимер-2 (производное метилтиоэтилметакрилата и амидметакриловой кислоты)                                                | 0,05                    |
| Сополимер диэтиламиноэтилметакрилата и амидметакриловой кислоты, модифицированный с добавкой диметакрилата триэтиленгликоля | 0,01                    |
| Сосновое флотомасло                                                                                                         | 0,1                     |
| Стеарокс 920                                                                                                                | 0,06                    |
| Стронций*                                                                                                                   | 10                      |
| Сукцинол ДТ-2                                                                                                               | 0,01                    |
| Сульфатное мыло                                                                                                             | 0,1                     |
| Сульфонат:                                                                                                                  |                         |
| на керосиновой основе (натриевая соль алкилсульфокислот)                                                                    | 0,5                     |
| на синтине (натриевая соль алкилсульфокислот)                                                                               | 1                       |
| Сульфонол НП-5 (натриевая соль алкилсульфокислот с алкильными остатками)                                                    | 0,5                     |
| Сульфонол НП-1                                                                                                              | 0,2                     |
| >> НП-3                                                                                                                     | 0,1                     |
| >> хлорный                                                                                                                  | 0,1                     |
| Сульфозоксилат натрия $C_{10} \dots C_{13}$                                                                                 | 0,3                     |
| Супарамин-30                                                                                                                | 0,1                     |
| Суперкварцевое волокно (СКВ)                                                                                                | 0,005                   |
| Супертонкое кремнеземное волокно (СТВК-99)                                                                                  | 0,01                    |
| Танниды                                                                                                                     | 10                      |
| Тетраборат натрия (бура)                                                                                                    | 0,05 (0,017 $Br^{3+}$ ) |
| Тетрагидрофуран                                                                                                             | 0,01                    |
| Тетрафторэтилен                                                                                                             | 0,036                   |
| Тиозин                                                                                                                      | 0,08                    |
| Тиомочевина                                                                                                                 | 1                       |
| ТМТД                                                                                                                        | Отсутствие              |
| Тиосульфат натрия                                                                                                           | 3,1                     |
| Трефлан                                                                                                                     | 0,0003                  |
| Триамилловохлорид                                                                                                           | 0,0001                  |
| Трибутиловохлорид                                                                                                           | Отсутствие              |



| Вещество                                                                           | ПДК                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Три-н-бутилфосфат                                                                  | 0,02                                                                                    |
| Тригексилоловохлорид (ТГОХ)                                                        | 0,001                                                                                   |
| Триметилоловохлорид                                                                | 0,01                                                                                    |
| Трипропилоловохлорид                                                               | 0,001                                                                                   |
| Трифенилоловохлорид (ТФОХ)                                                         | Отсутствие (0,00001)                                                                    |
| Трифенилфосфат                                                                     | 0,04                                                                                    |
| Трихлорацетат натрия (ядохимикат)                                                  | 0,035                                                                                   |
| Трихлорбензол                                                                      | 0,001                                                                                   |
| Триходермин (бакпрепарат)                                                          | 0,23                                                                                    |
| Триэтаноламин                                                                      | 0,01                                                                                    |
| Триэтилоловохлорид                                                                 | 0,01                                                                                    |
| У-2—закрепитель                                                                    | 0,1                                                                                     |
| Углен                                                                              | 2,5                                                                                     |
| Ультрасупертонкое стекловолокно                                                    | 0,1                                                                                     |
| Феназон                                                                            | 0,01                                                                                    |
| Флотореагент талловый из лиственной древесины                                      | 0,05                                                                                    |
| Флуоресцеин натрия                                                                 | 0,007                                                                                   |
| Фозалон (0,0-диэтил-S-6-хлорбензоксазолинилметил-<br>дитиофосфат)                  | Отсутствие 0,25 (0,1 мг/л<br>формальдегида)                                             |
| Фосфамид (ядохимикат)                                                              | 0,0014                                                                                  |
| Фосфор элементарный                                                                | Отсутствие                                                                              |
| Фталевая кислота                                                                   | 3                                                                                       |
| Фталевый ангидрид                                                                  | 0,05                                                                                    |
| Фторид ( $F^-$ )                                                                   | 0,05 в дополнение к<br>фоновому содержанию,<br>но не выше их суммар-<br>ного содержания |
| Фуран                                                                              | 0,01                                                                                    |
| Хлор свободный ( $Cl_2$ )                                                          | Отсутствие                                                                              |
| Хлорат магния                                                                      | 0,35                                                                                    |
| Хлорацетат аминоканифоли                                                           | 0,001                                                                                   |
| Хлорбензол                                                                         | 0,001                                                                                   |
| Хлорноватокислый натрия ( $NaClO_3$ )                                              | 0,06 ( $ClO_3^-$ — 0,047)                                                               |
| Хлорнокислый натрий ( $NaClO_4 \cdot H_2O$ )                                       | 0,06 ( $ClO_4^-$ — 0,044)                                                               |
| Хлорорганические* токсиканты (ДДТ и его метаболиты,<br>ПХБ, альдрин, линдан и др.) | Отсутствие                                                                              |
| Хлорофос и его производные, токсичные продукты распада                             | То же                                                                                   |
| Хлорхолинхлорид                                                                    | 0,01                                                                                    |
| Холинхлорид                                                                        | 0,01                                                                                    |
| Хризофенин (краситель), ГОСТ 5975                                                  | 0,05                                                                                    |
| Хромовые квасцы                                                                    | 0,01                                                                                    |
| Цетиловый спирт                                                                    | 0,05                                                                                    |
| Цианиды                                                                            | 0,05                                                                                    |
| Циклогексан                                                                        | 0,01                                                                                    |
| Циклогексанон                                                                      | 0,0005                                                                                  |



| Вещество                                                                 | ПДК                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цинеб (ядохимикат)                                                       | 0,0004                                                                                                        |
| Цинк ( $Zn^{2+}$ )                                                       | 0,01                                                                                                          |
| Цинк*                                                                    | 0,08                                                                                                          |
| Цистерин*                                                                | 0,04                                                                                                          |
| Четвертичная аммониевая соль полигликолиевых эфиров<br>(выравниватель А) | 0,1                                                                                                           |
| Эмукрил С                                                                | 1,6                                                                                                           |
| Эмульсо-диспергатор (Е-3096)                                             | 0,01                                                                                                          |
| ЭПН-5                                                                    | 0,09                                                                                                          |
| Этафос (ядохимикат)                                                      | Отсутствие (0,00006)                                                                                          |
| Этилбензол                                                               | 0,001                                                                                                         |
| Этиловый эфир акриловой кислоты                                          | 0,0001                                                                                                        |
| Этилцеллюлоза                                                            | 7                                                                                                             |
| Этил-β-этоксипропионат                                                   | 0,001                                                                                                         |
| Этиодихлорсилен (основной компонент ГКЖ-94)                              | Отсутствие                                                                                                    |
| Эфир сахарозы и высших жирных кислот $C_{10} \dots C_{16}$               | 0,01                                                                                                          |
| Ялан                                                                     | 0,0007                                                                                                        |
| <i>Санитарно-токсикологический ЛПВ</i>                                   |                                                                                                               |
| Алкилсульфат первичный                                                   | 0,2                                                                                                           |
| Алкилсульфонат                                                           | 0,5                                                                                                           |
| Анкрас*                                                                  | 0,15                                                                                                          |
| 1,4-Бутандиол                                                            | 0,1                                                                                                           |
| Двуххромовокислый натрий                                                 | 0,05 ( $Cr^{6+} - 0,02$ )                                                                                     |
| Закрепитель ДЦУ                                                          | 0,5                                                                                                           |
| » ДДУ                                                                    | 0,5                                                                                                           |
| Замасливатель А-1                                                        | 0,05                                                                                                          |
| Изопрен                                                                  | 0,01                                                                                                          |
| ИКБ-8                                                                    | 0,01                                                                                                          |
| Калий фосфорнокислый однозамещенный ( $KH_2PO_4$ )                       | 5                                                                                                             |
| Калий ( $K^+$ )                                                          | 50                                                                                                            |
| Кальций ( $Ca^{2+}$ )                                                    | 180                                                                                                           |
| Карбомол ЦЭМ                                                             | 0,01                                                                                                          |
| Карбомол                                                                 | 1                                                                                                             |
| Красящие компоненты ЗП-10 м                                              | 0,1 в присутствии органических<br>веществ; в остальных случаях<br>в водоемах I категории — 0,25;<br>II — 0,75 |
| Кубовый краситель золотисто-желтый ЖХП                                   | 0,5                                                                                                           |
| Лапрол 503 (полиоксипропилированный глицерин)                            | 0,1                                                                                                           |
| Лапрол 805 (полиоксипропиленпентол)                                      | 0,1                                                                                                           |
| Лимонная кислота                                                         | 1                                                                                                             |
| Магний ( $Mg^{2+}$ )                                                     | 40                                                                                                            |
| Метанол                                                                  | 0,1                                                                                                           |
| Метилфенидон                                                             | 0,01                                                                                                          |



| Вещество                                                         | ПДК              |
|------------------------------------------------------------------|------------------|
| Метилфенилкарбинол                                               | 0,01             |
| Моноэтаноламин                                                   | 0,1              |
| Мочевина                                                         | 80 (37,7 мг/л N) |
| Na-Карбоксиметилцеллюлоза                                        | 20               |
| Натрий ( $\text{Na}^+$ )                                         | 120              |
| Нитрат-ион ( $\text{NO}_3^-$ )                                   | 40 (9,1 мг/л N)  |
| Полизфир П-6                                                     | 0,05             |
| Полизфир П-514                                                   | 10               |
| Препарат ОС-20                                                   | 0,01             |
| Синтаמיד                                                         | 0,1              |
| Стеарокс-6                                                       | 0,01             |
| Сульфирол-8                                                      | 1                |
| Сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ )                                  | 100              |
| Сульфосид-31                                                     | 0,1              |
| СУ-1 (закрепитель)                                               | 0,1              |
| Трилон-Б                                                         | 0,5              |
| Фосфор пятихлористый                                             | 0,1              |
| >> треххлористый                                                 | 0,1              |
| Фосфорнокислый калий двузамещенный                               | 0,31             |
| Хлориды ( $\text{Cl}^-$ )                                        | 300              |
| Этилацетат $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$                  | 0,2              |
| <i>Рыбохозяйственный ЛПВ</i>                                     |                  |
| Латекс синтетический                                             | 1,6              |
| Нефть и нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии | 0,05             |
| Фенолы                                                           | 0,001            |
| <i>Общесанитарный ЛПВ</i>                                        |                  |
| Калий бромистый                                                  | 2                |
| Экзотоксин                                                       | 4                |
| Этамон ДС                                                        | 0,5              |
| <i>Санитарный ЛПВ</i>                                            |                  |
| Воверин                                                          | 10               |
| Гликазин                                                         | 0,1              |
| Краситель прямой синий светопрочный                              | 0,08             |
| СНПХ-5301                                                        | 1,5              |
| СНПХ-103                                                         | 0,05             |
| <i>Органолептический токсикологический ЛПВ</i>                   |                  |
| Ацетофенон                                                       | 0,04             |
| <i>Органолептический ЛПВ</i>                                     |                  |
| Барий*                                                           | 2                |



| Вещество                                                                                                                            | ПДК  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 3,5-Динитросалициловая кислота                                                                                                      | 0,2  |
| ДБ-препарат (полигликолевые эфиры)                                                                                                  | 0,3  |
| Дипроксамин 157                                                                                                                     | 3,2  |
| ДНС на основе вторичных спиртов из вторых<br>неомыляемых (паста)                                                                    | 0,2  |
| Закрепитель ДЦМ (смесь продукта конденсации<br>дициандиамина и формальдегида с добавкой<br>10 %-ного кристаллического ацетата меди) | 0,5  |
| Карбомол                                                                                                                            | 1    |
| Ксилол                                                                                                                              | 0,05 |
| Метазин                                                                                                                             | 1    |
| 4-Нитро-2-аминоанизол                                                                                                               | 0,5  |
| НЧК (нейтрализованный черный контакт)                                                                                               | 0,01 |
| Препарат АМ                                                                                                                         | 1    |
| Проксанол 305                                                                                                                       | 6,3  |
| Стирол                                                                                                                              | 0,1  |
| Сульфоспирты из 2 неомыляемых                                                                                                       | 0,1  |
| Толуол                                                                                                                              | 0,5  |
| Хромалон                                                                                                                            | 0,5  |

\* ПДК установлены для морских акваторий. Ионные и молекулярно-дисперсные формы (фильтруемые через фильтр с порами 0,5 мкм).

\*\* ПДК аммония солевого объединяет ПДК хлорида аммония, сульфата аммония и нитрата аммония.

Дополнительные перечни ПДК вредных веществ в водных объектах, используемых для рыбохозяйственных целей, приведены в таблицах 1.5...1.7.

**1.5. Дополнительный перечень ПДК вредных веществ в водных объектах, используемых для рыбохозяйственных целей, мг/л [7]**

| Вещество              | ЛПВ               | ПДК              |
|-----------------------|-------------------|------------------|
| А-41                  | Токсикологический | 0,0001           |
| Базагран (ядохимикат) | То же             | 1,4              |
| БИП (бакпрепарат)     | »                 | 5                |
| Бор-ион*              | »                 | 10 при 12...18 ‰ |
| Вирин-ХС              | »                 | 5                |
| Вирин-ОС              | »                 | 5                |
| Волан                 | »                 | 0,01             |
| 2В-1317-12*           | »                 | 0,1 при 34 ‰     |
| Гербицид 2М-4Х        | »                 | 0,02             |



| Вещество                                                        | ЛПВ                         | ПДК                      |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Гидроокись лития                                                | »                           | 0,0007                   |
| Дибутилоловохлорид                                              | »                           | 0,001                    |
| Краситель прямой бирюзовый<br>светопрочный К                    | »                           | 0,04                     |
| Кармидол*                                                       | »                           | 0,5 при 34 ‰             |
| КССБ* (компонент бурового раствора)                             | »                           | 12 при 10...13 ‰         |
| Лапрол 2502                                                     | »                           | 0,25                     |
| Лапроксид 503 (триглицидиловый<br>эфир полиоксипропиленetriола) | »                           | 0,1                      |
| Метафос (ядохимикат)                                            | »                           | Отсутствие<br>(0,000026) |
| Медный комплекс нитрилотриметилфосфоновой кислоты               | »                           | 0,1                      |
| Монохлорацетат натрия                                           | »                           | 0,01                     |
| Морпен (СПАВ)*                                                  | »                           | 0,001 при 10...13 ‰      |
| Неонол АФ-14*                                                   | »                           | 0,1 при 34 ‰             |
| Омайт (ядохимикат)                                              | »                           | 0,004                    |
| Пропанид (ядохимикат)                                           | »                           | 0,0003                   |
| СН-5*                                                           | »                           | 0,25 при 34 ‰            |
| Сульфат бария                                                   | »                           | 2                        |
| СНПХ-1002, марка Б (растворитель<br>флотореагент)               | »                           | 0,05                     |
| СНПХ-1002, марка Б (растворитель<br>бутилкарбитол)              | »                           | 0,01                     |
| СНПХ-41-01                                                      | »                           | 0,1                      |
| СНПХ-6002, марка Б                                              | »                           | 0,1                      |
| Сульфат-ион*                                                    | »                           | 3,5 г/л при 12...18 ‰    |
| ТЭГ-1                                                           | »                           | 0,01                     |
| Тетрабутилолово                                                 | »                           | 0,0001                   |
| Хлор-ион*                                                       | »                           | 11,9 г/л при 12...18 ‰   |
| Хлористый литий                                                 | »                           | 0,15                     |
| Эптам (ядохимикат)                                              | »                           | Отсутствие (0,00008)     |
| ЭС-1                                                            | »                           | 0,01                     |
| Эфасол*                                                         | »                           | 0,001 при 10...13 ‰      |
| Витамицин                                                       | Санитарно-токсикологический | 0,25                     |
| Комплексон-ДЛФ-1                                                | То же                       | 1                        |
| Нитрилотриметилфосфоновая<br>кислота (НТФ)                      | »                           | 0,05                     |
| Полиэфир А-515                                                  | »                           | 2,5                      |
| Превоцел NQ-12                                                  | »                           | 0,5                      |
| Превоцел WOF P-100 NF                                           | »                           | 0,2                      |
| СНПХ-7202                                                       | »                           | 0,1                      |
| Диметилацетамин                                                 | Санитарный                  | 1,2                      |



| Вещество                                | ЛПВ   | ПДК   |
|-----------------------------------------|-------|-------|
| Краситель кубовый тиондиго<br>красный С | То же | 0,01  |
| Лаурил пиридиний сульфат                | »     | 0,001 |
| Феноксол ВНС-15                         | »     | 0,5   |

\* ПДК установлены для морских водоемов.

**1.6. Дополнительный перечень ПДК вредных веществ в водных объектах,  
используемых для рыбохозяйственных целей, мг/л [7]**

| Вещество                                                                                                                                                                                                           | ЛПВ               | ПДК                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Алифатические амины высшие (смесь<br>первичных алифатических аминов<br>C <sub>17</sub> ...C <sub>20</sub> )                                                                                                        | Токсикологический | 0,00025                 |
| Бутилметакрилат                                                                                                                                                                                                    | То же             | 0,001                   |
| Бетанал (ядохимикат)                                                                                                                                                                                               | »                 | Отсутствие<br>(0,00006) |
| Винилиденхлорид                                                                                                                                                                                                    | »                 | 0,1                     |
| Водорастворимый загуститель на основе<br>моноэтаноламина                                                                                                                                                           | »                 | 0,1                     |
| ГАЧ дистиллятный (смесь твердых па-<br>рафиновых углеводородов с содержа-<br>нием масла до 15 %)                                                                                                                   | »                 | 0,1                     |
| ГДПЭ-064 (блок сополимер окисей эти-<br>лена и пропилена на основе алифати-<br>ческих спиртов C <sub>17</sub> ...C <sub>12</sub> <sup>*</sup> )                                                                    | »                 | 0,1                     |
| Децис (ядохимикаты)                                                                                                                                                                                                | »                 | Отсутствие (0,0000002)  |
| Димилин (ядохимикат)                                                                                                                                                                                               | »                 | 0,0004                  |
| 1,4-Диазобисцикло-(2,2,2)-октан                                                                                                                                                                                    | »                 | 0,5                     |
| ИKN-4 (водная эмульсия водорастворимых<br>и водонерастворимых ПАВ)                                                                                                                                                 | »                 | 0,05                    |
| КАМП (комплексный антистатический<br>моющий препарат — водный раствор<br>моющего препарата ИМФ-1, антистати-<br>ческого компонента полимера-полиак-<br>риламида и электролитов — сульфата<br>или силиката натрия)* | »                 | 0,5                     |
| Краситель кислотный черный С                                                                                                                                                                                       | »                 | 0,05                    |
| Лакрис-20, марка А (натрий моноэтано-<br>ламинная соль сополимера метилме-<br>такрилата с метакриловой кислотой)                                                                                                   | »                 | 0,05                    |
| Лакрис-20, марка Б (натриевая соль со-                                                                                                                                                                             | »                 | 0,01                    |



| Вещество                                                                                                            | ЛПВ                         | ПДК                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| полимера метилметакрилата с метакриловой кислотой)                                                                  |                             |                                                                                           |
| Лецитины (сложные эфиры аминоспирта холина и диглицеридофосфорных кислот)                                           | »                           | 0,05                                                                                      |
| Латекс сополимера винилиденхлорида с бутилкрилатом и итаконовой кислотой ВД БАИк 73 Е-ПАЛ                           | »                           | 0,01                                                                                      |
| Латекс сополимера винилиденхлорида, винилхлорида, бутилакрилата и итаконовой кислоты ВЦ ВХ БАИк 63 Е-ПАЛ            | »                           | 0,01                                                                                      |
| Оксиацетильное соединение*                                                                                          | »                           | 0,1                                                                                       |
| Полиэтиленгликоль (ПЭГ-35)                                                                                          | »                           | 0,001                                                                                     |
| Прогалит НМ 20-40                                                                                                   | »                           | 0,5                                                                                       |
| Превоцел NCE 10/16 (ингибитор)                                                                                      | »                           | 0,05                                                                                      |
| Пиперазин                                                                                                           | »                           | 0,01                                                                                      |
| Поливинилхлорид суспензионный                                                                                       | »                           | 0,01                                                                                      |
| Полиэтиленгликоль-115*                                                                                              | »                           | 10                                                                                        |
| Полиоксипропилендиамин (ДА-502)                                                                                     | »                           | 0,01                                                                                      |
| Полиоксипропилентриамин                                                                                             | »                           | 0,005                                                                                     |
| СНПХ-7215 (оксиалкилированные алкилфенолы и азотсодержащая добавка в бутилбензольном растворителе)                  | »                           | 0,01                                                                                      |
| Суффикс (ядохимикат)                                                                                                | »                           | Отсутствие (0,00003)                                                                      |
| Сополимер марки "Метакрил 90"                                                                                       | »                           | 0,1                                                                                       |
| Сополимер М-14 ВВ метакриловой кислоты с метилметакрилатом                                                          | »                           | 0,05                                                                                      |
| Сернокислый алюминий                                                                                                | »                           | 0,5 (в пересчете на $Al^{3+}$ 0,08 мг/л) в дополнение к естественному фоновому содержанию |
| Тетраэтиленпентамин                                                                                                 | »                           | 0,01                                                                                      |
| Триэтилентетрамин                                                                                                   | »                           | 0,1                                                                                       |
| Триэтиламин                                                                                                         | »                           | 1                                                                                         |
| Хладон-113                                                                                                          | »                           | 0,01                                                                                      |
| Хладон-22                                                                                                           | »                           | 1                                                                                         |
| Этилендиамин                                                                                                        | »                           | 0,001                                                                                     |
| Этманит-ОПЭ                                                                                                         | »                           | 2                                                                                         |
| Эмульсол-Т                                                                                                          | »                           | 0,001                                                                                     |
| Абсорбент "тощий" (смесь ароматических углеводородов до 50 %: бензол — 5 %, толуол — 20...25 %, ксилол — 15...20 %) | Санитарно-токсикологический | 0,01                                                                                      |
| Ацетонитрил                                                                                                         | То же                       | 0,7                                                                                       |
| Бутилацетат                                                                                                         | »                           | 0,3                                                                                       |
| Гуминовые кислоты для воды водое-                                                                                   |                             |                                                                                           |



| Вещество                                                                                                                         | ЛПВ                                 | ПДК                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| мов умеренной и высокой жесткости:                                                                                               |                                     |                                    |
| растворимые легкие фракции                                                                                                       | »                                   | 2                                  |
| Общее содержание (включая тяжелые фракции)                                                                                       | »                                   | 3,7                                |
| Краситель прямой черный 3                                                                                                        | »                                   | 0,2                                |
| Полиэтиленполиаминполи-N-метилен-фосфоновой кислоты моноватриевая соль (ПАФ-13А 3)                                               | »                                   | 0,2                                |
| СНПХ-7410 (смесь азотсодержащего блоксополимера окиси этилена и окиси пропилена с ароматическим растворителем в соотношении 1:1) | »                                   | 0,01                               |
| Сульфаминовая кислота                                                                                                            | »                                   | 0,3                                |
| Скипидар                                                                                                                         | »                                   | 0,2                                |
| Торфяная крошка                                                                                                                  | »                                   | 57 (в пересчете на сухое вещество) |
| Этиленгликоль                                                                                                                    | »                                   | 0,25                               |
| Аминогексаметилен-аминометилтри-этоксисилан (АДЭ-3)                                                                              | Органолептический токсикологический | 0,0001                             |
| Спирт поливиниловый                                                                                                              | То же                               | 1                                  |

\*ПДК установлены для морских водоемов.

#### 1.7. Дополнительный перечень № 5 ПДК вредных веществ для рыбохозяйственных водоемов, мг/л

| Вещество                                                   | ЛПВ                         | ПДК                     |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Ацетат-ион (натрий уксуснокислый)                          | Санитарный                  | 0,4                     |
| Авироль                                                    | То же                       | 0,001                   |
| Бромистые соли гептиактилно-нилпиридиния (смесь)*          | Токсикологический           | 0,8                     |
| Валексон (ядохимикат)                                      | То же                       | Отсутствие (0,00000001) |
| Глицерин (C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> O <sub>3</sub> )   | Санитарно-токсикологический | 1                       |
| Гидролизат водорастворимый полимерный (ТУ ОП-6-01-8-70—83) | То же                       | 2                       |
| Диметилсульфоксид                                          | Органолептический           | 10                      |
| 1,3-Диаминопропанол-2                                      | Токсикологический           | 0,45                    |
| Декабромбифенилоксид*                                      | То же                       | 10                      |
| Декстрин                                                   | Органолептический           | 1                       |
| Никредол                                                   | Токсикологический           | 0,06                    |



| Вещество                                                                                                            | ЛПВ                              | ПДК                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|
| ИСБ-500                                                                                                             | Санитарно-токсикологический      | 0,1                                            |
| Корнецин (бакпрепарат)                                                                                              | Токсикологический                | 0,1                                            |
| Карбозолин                                                                                                          | То же                            | 0,01                                           |
| Метабисульфит-ион (калий<br>пироксернистокислый $K_2S_2O_5$ )                                                       | »                                | 2,6                                            |
| Калий углекислый*                                                                                                   | —                                | —                                              |
| Краситель прямой черный 2С                                                                                          | Токсикологический                | 0,5                                            |
| » активный черный К                                                                                                 | Санитарный                       | 0,5                                            |
| Марганец двухвалентный*                                                                                             | Токсикологический                | 0,05                                           |
| Неонол 1020-3*                                                                                                      | То же                            | 0,0001                                         |
| Нитрилотриметилфосфоновая<br>кислота цинкового комплекса<br>тринатриевой соли трехводно-<br>го                      | »                                | 0,06                                           |
| Натрий углекислый**                                                                                                 | —                                | —                                              |
| Окзил*                                                                                                              | Токсикологический                | 6                                              |
| ОМ-84 (диспергент)*                                                                                                 | То же                            | 0,25                                           |
| Препарат-318 (производное по-<br>лиоксиалкиленгликоля)                                                              | Санитарный                       | 0,1                                            |
| Рубидий-катион                                                                                                      | Токсикологический                | 0,1 (к природному фо-<br>новому содержанию)    |
| Реглон (ядохимикат)                                                                                                 | То же                            | 0,00043                                        |
| Рипкорд (ядохимикат)                                                                                                | »                                | Отсутствие                                     |
| Селен-ион                                                                                                           | »                                | 0,0016 (к природному фо-<br>новому содержанию) |
| Саломас                                                                                                             | Органолептический                | 0,01                                           |
| Теллур-ион                                                                                                          | Токсикологический                | 0,0028 (к природному фо-<br>новому содержанию) |
| Турингин (бакпрепарат)                                                                                              | То же                            | 0,1                                            |
| Тиосульфат-ион (аммоний сер-<br>новатисто-кислый 35 %-ный<br>раствор)                                               | Санитарно-токсикологичес-<br>кий | 1,6                                            |
| Углеродное волокно высокомо-<br>дульное (ТУ 48-20-40-76)*                                                           | Токсикологический                | 0,01                                           |
| Фитолавин (бакпрепарат)                                                                                             | То же                            | 0,12                                           |
| Фталевые кислоты*                                                                                                   | »                                | 2                                              |
| Цезий-катион                                                                                                        | »                                | 1 (к природному фоно-<br>вому содержанию)      |
| Этилен диаминотетрауксусной<br>кислоты железный (III) ком-<br>плекс, мононатриевая соль<br>$C_{10}H_{12}FeN_2NaO_5$ | »                                | 4                                              |
| Молибден-ион шестивалент-<br>ный                                                                                    | »                                | 0,0012 (к природному фо-<br>новому содержанию) |

\* ПДК установлены для морских водоемов.

\*\* Сброс в водоем до полного завершения процесса гидролиза запрещен.



### 1.3. ПРОГРАММЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Проверку соответствия показателей качества воды установленным нормам и требованиям называют контролем качества воды.

Контроль качества воды по физическим, химическим и гидробиологическим показателям осуществляет Общегосударственная служба наблюдений и контроля за загрязненностью объектов природной среды (ОГСНК). Наблюдательные пункты совмещают с гидрологическими постами и участками, обеспеченными гидрологическими расчетами. В районе сброса сточных воды организуют два (или несколько) створа наблюдений — один выше источника загрязнений, другой — ниже.

Все пункты контроля качества воды водоемов и водотоков делят на четыре категории, определяемые частотой и детальностью программ наблюдений. Назначение и расположение пунктов контроля определяются Правилами контроля качества воды водоемов и водотоков.

Пункты первой категории располагают на средних и больших водоемах или водотоках, имеющих важное народнохозяйственное значение, в районах городов с населением свыше 1 млн жителей, местах нереста и зимовья особо ценных видов промысловых рыб, районах повторяющихся аварийных сбросов загрязняющих веществ и в районах организованного сброса сточных вод, в результате которого наблюдается высокая загрязненность воды.

Пункты второй категории устраивают на водоемах и водотоках в пределах следующих участков: в районах городов с населением от 0,5 до 1 млн жителей; местах нереста и зимовья ценных видов промысловых рыб (организмов); местах организованного сброса дренажных сточных вод с орошаемых территорий и промышленных сточных вод; районах со средней загрязненностью вод.

Пункты третьей категории располагают на водоемах и водотоках в районах городов с населением менее 0,5 млн жителей, на замыкающих участках больших и средних рек, устьях загрязненных притоков больших рек и водоемов, районах организованного сброса сточных вод, в результате которого наблюдается высокая загрязненность воды.

Пункты четвертой категории устраивают на незагрязненных участках водоемов и водотоков, а также на водоемах и водотоках, расположенных на территории государственных заповедников и природных национальных парков.

Качество воды контролируют по определенным видам программ (табл. 1.8), которые выбирают в зависимости от категории пункта контроля. Периодичность проведения контроля по гидрологическим и гидрохимическим показателям устанавливают в соответствии с категорией пункта контроля.

#### 1.8. Программы контроля и периодичность его проведения для станций различных категорий

| Периодичность<br>проведения контроля | Программы контроля для пунктов контроля категорий |                       |     |    |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------|-----|----|
|                                      | I                                                 | II                    | III | IV |
| Ежедневно                            | Сокращенная программа I                           | Визуальные наблюдения | —   | —  |



| Периодичность<br>проведения контроля         | Программы контроля для пунктов контроля категорий |                                                   |     |    |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----|----|
|                                              | I                                                 | II                                                | III | IV |
| Ежедекадно                                   | Сокращенная программа 2                           | Сокращенная программа 1                           | —   | —  |
| Ежемесячно<br>В основные фазы водного режима |                                                   | Сокращенная программа 3<br>Обязательная программа |     |    |

При выборе программы контроля учитывают: целевое использование водоема или водотока; состав сбрасываемых сточных вод; требования потребителей информации.

Обязательная программа контроля качества поверхностных вод по гидрохимическим и гидрологическим показателям предусматривает определение следующих показателей: расхода воды; скорости течения (на водотоках при опорных измерениях расхода воды) или уровня воды (на водоемах); цветности; прозрачности; запаха; концентраций растворенных в воде кислорода и двуокиси углерода; содержания взвешенных веществ; водородного показателя (рН); окислительно-восстановительного потенциала (Еh); концентрации главных ионов — хлоридных, сульфатных, гидрокарбонатных, кальция, магния, натрия, калия, суммы ионов; химического потребления кислорода, биохимического потребления кислорода за 5 сут; концентрации биогенных элементов — аммонийного, нитритного и нитратного азота, минерального фосфора, железа, кремния; концентрации широко распространенных загрязняющих веществ — нефтепродуктов, синтетических поверхностно-активных веществ, летучих фенолов, пестицидов, соединений металлов и др. Контроль по этой программе на водотоках осуществляют в основные фазы водного режима, главным образом семь раз в год. В зависимости от особенностей водного режима отдельных водотоков частота отбора проб может меняться.

На водоемах качество воды контролируют при следующих гидрологических ситуациях: зимой при наиболее низком уровне и наибольшей толщине льда; в начале весеннего наполнения водоема; в период максимального наполнения; в летне-осенний период при наиболее низком уровне воды.

Сокращенную программу контроля качества поверхностных вод по гидрохимическим и гидрологическим показателям подразделяют на три вида:

1 программа предусматривает определение расхода воды (на водотоках) или уровня (на водоемах), температуры, концентрации растворенного кислорода, удельной электропроводности, визуальные наблюдения;

2 программа предусматривает определение расхода воды (на водотоках) или уровня (на водоемах), температуры, водородного показателя (рН), удельной электропроводности, концентрации взвешенных веществ, химического потребления кислорода, биохимического потребления кислорода за 5 сут, концентрации двух-трех загрязняющих веществ, основных для воды в данном пункте контроля, визуальные наблюдения;



3 программа предусматривает определение расхода, скорости течения (при опорных измерениях расхода воды) или уровня воды (на водоемах), температуры, водородного показателя (рН), концентрации взвешенных веществ, концентрации растворенного кислорода, биохимического потребления кислорода за 5 сут, концентрации всех загрязняющих воду в данном пункте контроля веществ, визуальные наблюдения.

Гидрохимические показатели качества природных вод в пунктах контроля сопоставляют с установленными нормами качества воды.

Внедрение в систему контроля за качеством воды гидробиологических методов позволяет непосредственно выяснить состояние экосистемы водоемов.

Полная программа контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям предусматривает: исследование фитопланктона — общая численность клеток, число видов, общая биомасса, численность основных групп, биомасса основных групп, число видов в группе, массовые виды и виды-индикаторы сапробности, зоопланктона — общая численность организмов, общее число видов, общая биомасса, численность основных групп, биомасса основных групп, число видов в группе, массовые виды и виды-индикаторы сапробности, зообентоса — общая численность, общая биомасса, общее число видов, число групп по стандартной разработке, число видов в группе, численность основных групп, биомасса основных групп, массовые виды и виды-индикаторы сапробности, перифитона — общее число видов, массовые виды, частота встречаемости, сапробность; определение микробиологических показателей — общее число бактерий, число сапрофитных бактерий, отношение общего числа бактерий к числу сапрофитных бактерий; изучение фотосинтеза фитопланктона и деструкции органического вещества, определение отношения интенсивности фотосинтеза к деструкции органического вещества, содержания хлорофилла; исследование макрофитов — проективное покрытие опытной площадки, характер распространения растительности, общее число видов, преобладающие виды (наименование, проективное покрытие, фенофаза, аномальные признаки).

Сокращенная программа контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям предусматривает исследование: фитопланктона — общая численность клеток, общее число видов, массовые виды и виды-индикаторы сапробности; зоопланктона — общая численность организмов, общее число видов, массовые виды и виды-индикаторы сапробности; зообентоса — общая численность, число групп по стандартной разработке, число видов в группе, число основных групп, массовые виды и виды-индикаторы сапробности; перифитона — общее число видов, массовые виды, сапробность, частота встречаемости. Контроль по этой программе осуществляется ежемесячно в пунктах категорий I–III (в пунктах категории III только в вегетационный период).

Классификация качества водных объектов по гидрохимическим показателям дана в таблице 1.9, а по гидробиологическим и микробиологическим — в таблице 1.10.

Станции контроля качества морских вод делят на три категории: 60...70 станций категории I; 570...600 станций категории II; 1000...1100 станций категории III. Станции категории I и II относят к зонам повышенного загрязнения, категории III — к фоновым районам. На станции категории I измерения проводят один раз в 10...30 сут, категории II — один раз в месяц. Сокращенная программа (один



### 1.9. Классификация качества воды по гидрохимическим показателям [3]

| Уровень загрязненности воды | Растворенный кислород |         |             |
|-----------------------------|-----------------------|---------|-------------|
|                             | мг/дм <sup>3</sup>    |         | % насыщения |
|                             | лето                  | зима    |             |
| Очень чистые                | 9                     | 14...13 | 95          |
| Чистые                      | 8                     | 12...11 | 80          |
| Умеренно загрязненные       | 7...6                 | 10...9  | 70          |
| Загрязненные                | 5...4                 | 5...4   | 60          |
| Грязные                     | 3...2                 | 5...1   | 30          |
| Очень грязные               | 0                     | 0       | 0           |

| Уровень загрязненности воды | БПК, молекулярный кислород | Окисляемость ХПК (атомарный кислород), мг/дм <sup>3</sup> | Аммонийный азот, мг/дм <sup>3</sup> |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Очень чистые                | 0,5...1,0                  | 1                                                         | 0,5                                 |
| Чистые                      | 1,1...1,9                  | 2                                                         | 0,10                                |
| Умеренно загрязненные       | 2,0...2,9                  | 3                                                         | 0,20...0,3                          |
| Загрязненные                | 3,0...3,9                  | 4                                                         | 0,4...1,0                           |
| Грязные                     | 4,0...10,0                 | 5...15                                                    | 1,1...3,0                           |
| Очень грязные               | > 10,0                     | >15                                                       | >3,0                                |

### 1.10. Классификация качества воды водоемов и водотоков по гидробиологическим и микробиологическим показателям

| Класс качества воды | Уровень загрязненности воды | Гидробиологические показатели                                                                            |                                                                               |                                       |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                     |                             | по фитопланктону, зоопланктону, перифитону (индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладчека) | по зообентосу                                                                 |                                       |
|                     |                             |                                                                                                          | отношение общей численности олигохет к общей численности донных организмов, % | биотический индекс по Вудивису, баллы |
| I                   | Очень чистые                | < 1,0                                                                                                    | 1...20                                                                        | 10                                    |
| II                  | Чистые                      | 1,0...1,5                                                                                                | 21...35                                                                       | 7...9                                 |
| III                 | Умеренно загрязненные       | 1,51...2,5                                                                                               | 36...50                                                                       | 5...6                                 |
| IV                  | Загрязненные                | 2,51...3,5                                                                                               | 51...65                                                                       | 4                                     |
| V                   | Грязные                     | 3,51...4,0                                                                                               | 66...85                                                                       | 2...3                                 |
| VI                  | Очень грязные               | > 4,0                                                                                                    | 86...100                                                                      | 0...1                                 |
|                     |                             |                                                                                                          | или макробентос отсутствует                                                   |                                       |



| Класс<br>качест-<br>ва<br>воды | Уровень загрязненности<br>воды | Микробиологические показатели                         |                                                                            |                                                                                 |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                                |                                | общее число<br>бактерий,<br>$10^6$ кл/см <sup>3</sup> | число сапро-<br>фитных бакте-<br>рий, $10^3$ кл/см <sup>3</sup><br>(кл/мл) | отношение<br>общего числа<br>бактерий к<br>числу сапро-<br>фитных бакте-<br>рий |
| I                              | Очень чистые                   | < 0,5                                                 | < 0,5                                                                      | < $10^3$                                                                        |
| II                             | Чистые                         | 0,5...1,0                                             | 0,5...5,0                                                                  | > $10^3$                                                                        |
| III                            | Умеренно загрязненные          | 1,1...3,0                                             | 5,1...10,0                                                                 | $10^3...10^2$                                                                   |
| IV                             | Загрязненные                   | 3,1...5,0                                             | 10,1...50,0                                                                | < $10^2$                                                                        |
| V                              | Грязные                        | 5,1...10,0                                            | 50,1...100,0                                                               | < $10^2$                                                                        |
| VI                             | Очень грязные                  | > 10,0                                                | > 100,0                                                                    | < $10^2$                                                                        |

раз в 10 сут) включает измерения содержания растворенного кислорода, нефтепродуктов и 1...2 специфических ингредиентов, а полная программа (один раз в 30 сут) — измерения содержания нефтепродуктов, хлорорганических пестицидов, тяжелых металлов, фенолов, детергентов, специфических ингредиентов, а также основных показателей среды и элементов гидрометеорологического режима [4].

#### 1.4. КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ

К гидрологическим показателям качества воды относят ее расход, скорость течения и уровень, а к гидрохимическим, характеризующим физические свойства и химический состав воды, — температуру, прозрачность, цветность, вкус, запах, водородный показатель (pH), окислительно-восстановительный потенциал, удельную электропроводность, содержание главных ионов, биогенных и органических веществ, растворенных газов, загрязняющих веществ.

Большинство физических свойств воды (температура, прозрачность, цвет или цветность, вкус и запах) можно обнаружить органами чувств (осязание и обоняние), поэтому их называют органолептическими.

*Температура* — важнейшая характеристика воды, в значительной мере определяющая ее скорость, а иногда и направление изменений качества. Температура влияет на протекающие в водоеме физические, химические, биохимические и биологические процессы, от которых в значительной мере зависят кислородный режим, интенсивность процессов самоочищения и т. д.

При многих гидрохимических и гидробиологических исследованиях, а также при изучении тепловых загрязнений по значениям температуры определяют степень насыщения воды кислородом, форму щелочности, состояние карбонатно-кальциевой системы.

Температуру воды измеряют во время отбора пробы. Для этого обычно используют калиброванные ртутные термометры с ценой деления 0,1...0,5 °С. Для определения температуры воды в поверхностном слое водоема применяют тер-



мометр, заключенный в металлическую оправу. Его выдерживают в воде перед измерением 5...10 мин. Температуру воды глубинных слоев определяют либо обычным ртутным термометром, укрепленным в пробоотборнике, либо глубоко-водным опрокидывающимся термометром.

*Прозрачность*, или светопропускание, воды обусловлена ее цветом и мутностью, то есть содержанием в ней различных окрашенных и взвешенных органических и минеральных веществ. В зависимости от степени прозрачности воду условно подразделяют на прозрачную, слабоопалесцирующую, опалесцирующую, слегка мутную, мутную, сильно мутную. Мерой прозрачности служит высота столба (указывают в сантиметрах, отмечая при этом способ измерения) воды, при которой можно наблюдать опускаемую в водоем белую пластину определенных размеров или различать на белой бумаге шрифт также определенного размера и типа.

*Цветность* воды обусловлена главным образом присутствием в ней гумусовых веществ и соединений трехвалентного железа. За единицу цветности принята цветность раствора, содержащего хлорплатинат калия (1 мг + 1 л) и хлорид кобальта. Результаты определения цветности выражают в градусах цветности.

Цветность природных вод колеблется в широких пределах — от единиц до сотен и тысяч градусов. Обычно цветность вод рек и озер, расположенных в лесной и болотистой местности, где поверхностный сток приносит с прилегающей территории большое количество гумусовых веществ, повышена.

Высокая цветность воды ухудшает ее органолептические свойства и отрицательно сказывается на развитии водных растительных организмов, так как в такой воде низка концентрация растворенного кислорода, который идет на окисление соединений железа и гумусовых веществ.

Предельно допустимая цветность вод, используемых для питьевых целей, — 35°.

Цветность воды обычно определяют сравнением окраски исследуемой пробы и стандартного раствора гексахлорплатината калия и хлорида кобальта с помощью шкалы стандартов или колоритметрическим титрованием. Применяют в этих целях также спектрофотометрические методы, основанные на измерении оптической плотности окрашенных проб воды при двух длинах волн и последующем расчете их цветности.

*Вкусовые свойства* воды обусловлены присутствием в ней веществ природного происхождения или веществ, которые попадают в водоем со стоками. Специфический вкус подземных вод, содержащих только неорганические растворенные вещества, может быть вызван наличием в них железа, марганца, магния, натрия, калия, хлоридов и карбонатов.

Определяют (органолептически) вкус только питьевых вод. Описывают его словесно. Различают четыре основных вкуса: соленый, сладкий, горький, кислый. Можно отмечать также и некоторые привкусы, например щелочный, металлический и т. д.

*Запах* воды вызывают летучие пахнущие вещества, попадающие в нее естественным путем или со сточными водами. Природным водам, содержащим исключительно неорганические вещества, запах может придавать только сероводород. Запах питьевой воды обусловлен свойствами сырой воды, технологическим процессом улучшения ее качества и способом обработки.



При определении запаха питьевых, поверхностных или сточных вод во всех случаях сначала устанавливают его характер (гнилостный, огуречный и т. п.), затем интенсивность (или органолептически, выражая интенсивность запаха по пятибалльной шкале, или же проводя "пороговое испытание" — разбавляя анализируемую пробу до тех пор, пока запах не исчезнет). Если анализируемая вода содержит только одно сильно пахнущее вещество и известна его концентрация, то интенсивность запаха можно найти соответствующим расчетом.

Интенсивность запаха пробы воды температурой 20 и 60 °С оценивают по шестиступенчатой (пятибалльной) шкале (табл. 1.11). Результат исследований записывают в виде римской цифры или описывают словесно.

#### 1.11. Определение интенсивности запаха питьевой воды

| Интенсивность запаха, баллы | Характеристика запаха | Обнаруживаемость запаха                                                                |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                           | Никакого запаха       | Отсутствие ощутимого запаха                                                            |
| I                           | Очень слабый          | Запах, не замечаемый потребителем, но обнаруживаемый специалистом                      |
| II                          | Слабый                | Запах, обнаруживаемый потребителем, если он обратил на запах внимание                  |
| III                         | Заметный              | Запах, легко обнаруживаемый; он может быть причиной того, что вода неприятна для питья |
| IV                          | Отчетливый            | Запах привлекает внимание; он может заставить воздержаться от питья                    |
| V                           | Очень сильный         | Запах настолько сильный, что делает воду непригодной для питья                         |

Концентрация ионов водорода (рН) — один из важнейших показателей качества воды. От значения рН зависят интенсивность протекания химических и биологических процессов в природных водах, жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов, агрессивность воздействия воды на металл и бетон.

Значение рН определяют колориметрическим и потенциометрическим (электрометрическим) методами.

Колориметрический метод отличается большой простотой. Однако он недостаточно точен, требует введения солевых и температурных поправок, дает значительную погрешность при очень малой минерализации исследуемой воды (менее 30 мг/л). Используют его обычно в полевых условиях и для ориентировочных определений.

Потенциометрический метод со стеклянным индикаторным электродом намного точнее колориметрического, лишен в значительной мере всех вышеперечисленных недостатков, но требует оборудования лабораторий специальными приборами (рН-метрами) и соответствующими источниками тока. Кроме стеклянного



электрода для определения значения pH можно применять водородный, хингидронный, сурьмяный и другие электроды.

*Окислительно-восстановительный потенциал (Еh)* — один из важных показателей химико-биологического состояния водоема. От его значения зависят жизнедеятельность микроорганизмов, направление и способы трансформаций органического вещества природных вод. Определяют значение Еh в основном потенциометрически. Колориметрическое измерение Еh, основанное на изменении окраски окислительно-восстановительных индикаторов при изменении окислительно-восстановительного потенциала среды, применяют очень редко.

*Удельная электропроводность* воды служит приблизительным показателем суммарной концентрации неорганических веществ. Ее значение определяют кондуктометрическим методом.

*Кислород* постоянно присутствует в поверхностных водах. Режим его в значительной степени зависит от химико-биологического состояния водоемов. Потребление растворенного в воде кислорода связано с химическими и биохимическими процессами окисления органических и некоторых неорганических веществ ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$  и др.), а также с дыханием водных организмов. Скорость его потребления увеличивается с повышением температуры воды, количества бактерий и других водных организмов и веществ, подвергающихся химическому и биохимическому окислению. Концентрация кислорода определяет значение окислительно-восстановительного потенциала и в значительной мере направление и скорость процессов химического и биохимического окисления органических и неорганических соединений.

Концентрацию кислорода в поверхностных водах устанавливают с целью оценки условий обитания гидробионтов, в том числе рыб, косвенной характеристики качества воды, интенсивности процессов продуцирования и деструкции органических веществ, самоочищения водоемов с помощью различных методов — йодометрических, колориметрических, электрохимических, хроматографических и т. д.

В программу контроля гидрохимических показателей входит определение химического и биохимического потребления кислорода за 5 сут.

Химическая потребность в кислороде (ХПК), или бихроматная окисляемость, дает представление о количестве органических веществ в пробе воды, способных к окислению сильными окислителями, и выражается в мг/л кислорода, израсходованного на окисление всех органических веществ, находящихся в этой пробе. ХПК — основной показатель загрязнений промышленных сточных вод.

Биохимическая потребность в кислороде (БПК) — количество кислорода в мг/л, использованного для полного биохимического окисления органических веществ аэробными микроорганизмами (без учета расхода кислорода на нитрификацию). БПК — основной показатель загрязнения сточных вод. На практике обычно определяют частичное потребление кислорода в течение 5 сут — БПК<sub>5</sub>, а для более подробного изучения характера загрязнений и скорости окисления органических веществ на сооружениях биологической очистки — БПК<sub>20</sub>.

Соотношение между БПК<sub>5</sub> и БПК<sub>20</sub> для хозяйственно-бытовых сточных вод должно составлять 0,68...0,8.

*Концентрация двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ )* в природных водах колеблется в пределах от нескольких десятых долей до 3...4 мг/л и изредка достигает 10...20 мг/л.



На концентрацию двуокиси углерода влияет ряд факторов: фотосинтез, дыхание водных организмов, биохимическое разложение органических веществ и т. д. Повышенные концентрации  $\text{CO}_2$  угнетающе действуют на живые организмы.

*Ионы кальция* в основном преобладают в маломинерализованных водах, относящихся к гидрокарбонатному классу. Данные о содержании кальция необходимы при решении вопросов, связанных с формированием химического состава природных вод, их происхождением, а также при исследовании карбонатно-кальциевого равновесия. Для определения содержания кальция в поверхностных водах используют титрометрические, колориметрические, потенциометрические, атомно-абсорбционные методы.

*Магний* придает воде горьковатый вкус, поэтому концентрация его в питьевых водах должна быть ограниченной. Поскольку магний подобно кальцию обуславливает жесткость воды, к содержанию его в водах, питающих паросиловые установки, предъявляют высокие требования, так как в присутствии карбонатов, сульфатов и ряда других анионов магний образует прочную накипь. Данные о содержании магния необходимы при решении вопросов, связанных с происхождением вод и формированием их химического состава.

Содержание ионов магния в чистых поверхностных водах устанавливают путем расчета по разности между общей жесткостью и содержанием ионов кальция. Для прямого определения содержания ионов магния можно применять комплексометрические или колориметрические методы.

*Натрий и калий* являются одними из главных химических компонентов природных вод. Помимо геохимического значения изучение содержания натрия и калия в природных водах необходимо для разработки научно обоснованных мероприятий по охране и использованию природных вод в народном хозяйстве. Например, по характерным концентрациям и режиму этих элементов в речных водах можно установить их фоновые концентрации, что нужно знать при изучении загрязненности рек, при решении вопросов о пригодности вод для орошения, использования в промышленных технологических процессах.

В природных водах содержание калия можно определить кобальтинитритным методом с различным окончанием: титрованием — весовым и нефелометрическим, электротермическим методом с помощью ионселективных электродов, методами эмиссионной и абсорбционной пламенной фотометрии. Содержание натрия можно установить уранил-ацетатным методом, электротермически с помощью ионселективного электрода, методами эмиссионной и абсорбционной пламенной фотометрии.

*Сульфаты* присутствуют практически во всех поверхностных водах. Значительное их количество поступает в водоемы в процессе отмирания организмов и окисления наземных и водных веществ растительного и животного происхождения и с подземным стоком. Сульфаты также выносятся в водоемы со сточными водами предприятий стекольной, бумажной, мыловаренной, текстильной промышленности, с бытовыми стоками и стоками с сельскохозяйственных угодий. Данные о содержании сульфатов необходимы при решении вопросов, связанных с происхождением вод, оценке возможности их использования для питьевого и хозяйственного водопотребления, орошения, при строительстве гидротехнических сооружений и т. д.



Содержание сульфатов определяют различными методами: весовыми, титриметрическими, в том числе комплексометрическими, фотометрическими, турбидиметрическими, полярографическими с использованием ионселективных электродов.

Большая часть (около 80 %) поверхностных вод относится к гидрокарбонатному классу, так как среди главных анионов в них преобладают гидрокарбонаты. Содержание гидрокарбонатов и карбонатных ионов в значительной мере обуславливается щелочностью воды.

*Щелочность* — это важная характеристика поверхностных вод, по которой можно судить о таких гидрохимических и геохимических процессах, как формирование химического состава вод, эрозия земной поверхности, образование осадочных пород. От значения щелочности зависят коррозия строительных материалов (бетона) и выпадение карбонатной накипи в котлах, питающих различные паросиловые установки. Для определения значения щелочности поверхностных вод используют методы прямого и обратного титрования и потенциометрические.

*Хлориды* преобладают в высокоминерализованных водах. При повышении их содержания ухудшаются вкусовые качества воды, вода становится малоприспособленной для питьевого водоснабжения, многих технических и хозяйственных целей и для орошения сельскохозяйственных угодий. Знание о содержании и поведении хлоридов в водах необходимо при решении вопросов их круговорота в природе и изучении процессов соленакопления. Для определения содержания хлоридов в поверхностных водах используют объемные, колориметрические, турбидиметрические, радиометрические и потенциометрические методы.

*Концентрация аммонийного азота* — показатель, указывающий на загрязненность сточных вод фекальными, в которых аммонийные соли образуются при гидролизе мочевины и распаде белка при гниении.

Азот является питательным (биогенным) веществом для микроорганизмов. Уменьшение его количества, особенно при наличии промышленных сточных вод, может привести к ухудшению жизнедеятельности аэробных микроорганизмов.

В поверхностных водах аммонийный азот находится главным образом в виде ионов аммония и недиссоциированных молекул  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

Кроме целей оценки качества вод информация о распределении и изменениях концентрации ионов аммония представляет интерес для гидро- и микробиологических исследований и анализа состояния водных объектов.

Концентрацию ионов аммония в практике гидрохимических исследований определяют различными методами: колориметрическим, основанным на реакции ионов аммония с реактивом Несслера; потенциометрическим с использованием селективных мембранных электродов; спектрофотометрическим.

*Содержание нитритов* — важный санитарный показатель. Повышенное содержание нитритов в водах указывает на усиление процессов разложения органических остатков в условиях более медленного окисления  $\text{NO}_2^-$  до  $\text{NO}_3^-$ , что говорит о загрязнении водоема. Кроме целей оценки качества вод информация о распределении и изменениях содержания нитритов представляет интерес при изучении процессов самоочищения водоемов, а также при гидро- и микробиологических исследованиях. Для наблюдений за содержанием нитритов рекомендуется спектрофотометрический метод определения с реактивом Грисса.

*Содержание нитратов* также служит важным санитарным показателем. При



его увеличении санитарное состояние водоема ухудшается. Амплитуда сезонных колебаний содержания нитратов может служить одним из показателей эвтрофикации водоема и степени его загрязненности органическими азотсодержащими веществами, поступающими с бытовыми и сельскохозяйственными сточными водами. Если концентрацию аммонийных ионов в водоеме можно использовать в качестве одного из показателей "свежего" загрязнения, то повышенное содержание нитратов говорит о загрязнении в прошлом. Кроме целей оценки качества воды информация о распределении и изменениях концентрации нитратов представляет интерес для гидро- и микробиологических исследований. Из колориметрических методов в анализе вод с целью установления содержания нитратов наиболее широко применяют методы с фенолдисульфоновой, хромотроповой кислотой, салицилатом натрия, дифениламином, бруцином. Распространен также фотометрический метод определения содержания нитратов в воде без применения реагентов по собственному поглощению в УФ-области спектра.

**Фосфор** — один из главных биогенных элементов, определяющих продуктивность водоема. Соединения фосфора встречаются во всех живых организмах и регулируют энергетические процессы клеточного обмена. В природных водах соединения фосфора находятся в растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях. Растворенный фосфор представляет собой неорганические орто-, пиро-, мета- и полифосфаты и органические фосфаты.

Грунтовые воды содержат обычно незначительное количество фосфатов. В поверхностные воды фосфаты попадают главным образом из почвы с различными сточными водами или из органической массы при ее разложении.

Появление значительного количества фосфатов в питьевой воде указывает на ее загрязнение.

Под термином "общий фосфор" понимают все виды фосфатов (растворимые и нерастворимые, неорганические и органические), содержащихся в воде.

Содержание в водах неорганических растворимых ортофосфатов определяют с помощью колориметрического метода с использованием молибдата и соли сурьмы. Образующееся комплексное соединение восстанавливают аскорбиновой кислотой. Реакцию проводят при комнатной температуре, при которой полифосфаты не гидролизуются и органические фосфаты не разрушаются. Этот же метод используют и для установления концентрации гидролизующихся полифосфатов и "общего фосфора" после превращения данных соединений в растворимые неорганические ортофосфаты. "Общий фосфор" в сильноокрашенных сточных водах, содержащих большое количество органических веществ, определяют весовым методом.

**Железо** — это биологически активный элемент, влияющий на интенсивность развития фитопланктона и качественный состав микрофлоры в водоеме. При превышении его содержания в воде 1...2 мг/л. значительно ухудшаются ее органолептические свойства, вода приобретает неприятный вяжущий вкус и становится малоприспособленной для использования в технических целях. Содержание ионных форм железа в воде определяют с помощью методов, основанных на предварительном окислении или восстановлении всех форм железа в двух- и трехвалентные состояния: колориметрических, комплексонометрических, атомно-абсорбционных, масс-спектральных и др.

**Нефтепродукты** относят к числу наиболее распространенных и опасных ве-



ществ, загрязняющих поверхностные воды и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм человека, животный мир, водную растительность, физическое, химическое и биологическое состояние водоема.

Содержание нефтепродуктов в воде определяют методом колоночной хроматографии с ИК-спектрофотометрическим окончанием, методом тонкослойной хроматографии с ИК-, УФ-спектрофотометрическим и люминесцентным окончанием, а также способом отбора пленочных нефтепродуктов.

*Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ)* представляют собой обширную группу загрязняющих воду соединений, различных по своей структуре, относящихся к разным химическим классам. В зависимости от свойств, проявляемых СПАВ при растворении в воде, их делят на анионоактивные, катионоактивные, амфолитные и неионогенные. Наиболее распространены анионоактивные СПАВ, которые в водном растворе ионизируются с образованием отрицательно заряженных органических ионов. СПАВ оказывают значительное влияние на химико-биологическое состояние водоемов и водотоков. В их присутствии может нарушаться слизистая оболочка жабр рыб, что снижает сопротивляемость рыб к заболеваниям. СПАВ уменьшают поверхностное натяжение воды и воздействуют на кислородный и даже температурный режимы воды.

Для определения в загрязненных природных водах содержания анионоактивных СПАВ используют преимущественно экстракционно-фотометрические методы, основанные на образовании ионных ассоциатов поверхностно-активного аниона с катионами основных красителей. Содержание в воде катионоактивных веществ устанавливают с помощью объемных или экстракционно-фотометрических методов, основанных на их реакциях с анионоактивными СПАВ в эквивалентных отношениях. Оперативный контроль содержания неионогенных СПАВ рекомендуются проводить нефелометрическим методом с реактивом Несслера.

*Фенолы* — производные бензола с одной или несколькими гидроксильными группами. Их принято делить на две группы: летучие с паром (фенол, крезолы, ксиленолы, гваякол, тимол) и нелетучие (резорцин, пирокатехин, гидрохинон, пирогаллол и другие многоатомные фенолы).

Содержание фенолов должно быть ограничено в водах, используемых для водоснабжения, рыборазведения, водопоя скота. Спуск в водоемы и водотоки фенольных вод резко ухудшает их общее санитарное состояние, оказывая отрицательное влияние на живые организмы не только своей ядовитостью, но и значительным изменением режима биогенных элементов и растворенных газов ( $O_2$ ,  $CO_2$ ).

В токсикологическом и органолептическом отношении фенолы неравноценны. Летучие с паром фенолы более токсичны и обладают более интенсивным запахом при хлорировании, чем нелетучие. Наиболее токсичными для рыб являются гидрохинон, затем нафтенy, ксиленолы, пирокатехин, крезолы, фенол, резорцин, пирогаллол, флороглюцин.

Для суммарного определения содержания фенолов (групповой показатель) в воде используют гравиметрический, бромометрический и колориметрический методы с применением в качестве реагентов 4-аминоантипирина, диметиламиноантипирина. Содержание индивидуальных фенолов устанавливают с помощью полярографических и хроматографических методов.



*Хлорорганические и фосфорорганические пестициды*, широко применяемые в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур, часто попадают в водные источники. Содержание их вследствие токсичности должно быть ограничено в водах, используемых для водоснабжения, рыборазведения. Некоторые пестициды даже в незначительных количествах ухудшают органолептические свойства воды. Загрязнение воды пестицидами отрицательно сказывается на условиях обитания рыб и качестве рыбных продуктов. Особенно опасно загрязнение пестицидами грунтовых вод, идущих на питьевое водоснабжение.

Для идентификации и определения содержания хлор- и фосфорорганических пестицидов в природных водах используют ряд фотометрических, полярографических и хроматографических (тонкослойных и газожидкостных) методов.

*Медь* содержится в воде в ионной форме и в виде комплексных соединений с органическими и неорганическими веществами. Недостаточное содержание меди в почвах отрицательно сказывается на синтезе белков, жиров и витаминов и приводит к бесплодию растительных организмов. Вместе с тем избыточные концентрации меди оказывают неблагоприятное воздействие на растительные и животные организмы.

*Цинк* встречается в воде главным образом в ионной форме, в форме его цианидных и тартратных комплексов и иногда в нерастворенных формах: в виде гидроокиси, карбоната, сульфида и т. д. Многие соединения цинка, и прежде всего его сульфат и хлорид, токсичны. В то же время цинк относится к числу активных микроэлементов, способствующих росту и нормальному развитию растительных микроорганизмов.

Фотометрический метод с диэтилдитиокарбаматом свинца позволяет определять содержание меди и цинка в одной пробе воды. Содержание меди и цинка в воде можно также установить спектрографическим и атомно-абсорбционным методами.

*Свинец* находится в природных водах в растворенном (в виде неорганических и органо-минеральных комплексов, а также простых ионов) и взвешенном (сорбированном, главным образом в виде сульфатов и карбонатов) состояниях. Вследствие его токсичности и способности накапливаться в организмах явления острого и хронического отравления наблюдаются при длительном потреблении воды даже с низким содержанием этого элемента. Содержание свинца в воде определяют колориметрическими, фотометрическими и полярографическими методами.

*Соединения ртути* в поверхностных водах встречаются в растворенном и взвешенном состояниях. В водоемах ртуть может находиться в виде метилртутных соединений. Соединения ртути высокотоксичны, поражают нервную систему, вызывают изменения слизистой оболочки, в крови, нарушение двигательной функции и секреции желудочно-кишечного тракта и т. д. Метилртутные соединения накапливаются в рыбе и могут попадать в организм человека.

Для определения содержания ртути в воде используют разнообразные методы: спектрофотометрические, экстракционно-фотометрические, колориметрические, основанные на образовании комплексных соединений ртути с бриллиантовым зеленым, метилксиленоловым голубым, йодистым калием, а также аэрации проб, содержащих соединения ртути, с последующим фотометрированием их



паров. Для установления концентрации ртути в поверхностных водах рекомендуются беспламенный атомно-абсорбционный метод и фотометрическое определение с дитизином.

*Соединения хрома* в повышенных количествах обладают канцерогенными свойствами. В поверхностных водах эти соединения находятся в растворенном и взвешенном состояниях, соотношение между которыми зависит от состава и температуры вод, значения pH раствора. Взвешенные формы хрома представляют собой в основном сорбированные соединения. Установить содержание хрома в воде можно с помощью разнообразных методов, основанных на различных принципах. Широкое распространение получили варианты фотометрического метода с применением дифенилкарбазида, которые позволяют определить концентрацию Cr общего, (Cr VI) и (Cr III) в поверхностных и сточных водах.

*Соединения кадмия* играют важную роль в ряде ферментативных процессов в животных организмах, а также оказывают стимулирующее влияние на рост некоторых растений. В повышенных концентрациях соли кадмия могут вызывать воспаление почек, жировое перерождение печени и сердца, кишечные кровотечения. Токсичность кадмия проявляется в наибольшей степени в сочетании его с другими токсичными веществами.

Растворенные формы кадмия в поверхностных водах представляют собой главным образом неорганические и органо-минеральные комплексы. Основная взвешенная форма кадмия — его сорбированные соединения.

Определить содержание кадмия в воде можно с помощью полярографического и ионообменного методов в сочетании со спектрографическим методом. Наиболее широкое распространение получили фотометрические методы с применением дитизона.

*Соединения никеля* являются окислительными катализаторами и играют важную роль в кроветворных процессах. В поверхностных водах эти соединения находятся в растворенном, взвешенном и коллоидном состояниях, соотношение между которыми зависит от состава и температуры вод, значения pH раствора. Растворенные формы никеля представляют собой главным образом комплексные ионы. Повышенное содержание никеля оказывает специфическое воздействие на сосуды мозга и надпочечников, вызывая множественные кровоизлияния.

Наиболее широкое распространение при определении содержания никеля в воде получил фотометрический метод, основанный на образовании диметилглиоксимата никеля в щелочной среде в присутствии окислителя. Варианты его отличаются применением разных окислителей и способами устранения мешающих элементов.

*Марганец* участвует в процессах восстановления нитратов, ассимиляции азота растениями и в ряде других биохимических процессов. Важная экологическая и физиологическая роль этого элемента вызывает необходимость изучения его содержания и распределения в природных водах. Колебания концентраций марганца представляют большой интерес при гидробиологических, гидрохимических, гидротехнических и геохимических исследованиях.

Главная форма миграции соединений марганца в поверхностных водах — взвеси, состав которых зависит от состава пород, дренируемых водами, а также коллоидные гидроокиси тяжелых металлов и сорбированные соединения марганца.



Для установления содержания марганца в воде применяют методы, основанные на различных принципах. Наиболее распространены фотометрические методы определения после окисления персульфатом.

Кобальт относится к числу элементов, которые редко обнаруживают в природных водах. В небольших количествах он оказывает стимулирующее влияние на важнейшие физиологические процессы в растениях и животных (интенсивность фотосинтеза, дыхание, водный обмен). В повышенных концентрациях соединения кобальта становятся токсичными: нарушают функции нервной системы, желудочно-кишечного тракта, кроветворных органов, почек.

В поверхностных водах соединения кобальта находятся в растворенном и взвешенном состоянии, соотношение между которыми определяется составом и температурой вод и значением pH раствора. Растворенные формы кобальта представлены в основном комплексными соединениями, в том числе с органическими веществами природных вод.

Содержание кобальта в воде устанавливают с помощью различных методов, в их числе варианты фотометрического с применением в качестве реагентов  $\beta$ -нитрозо- $\alpha$ -нафтола.

Соединения мышьяка в повышенных концентрациях являются токсичными для организма человека и животных, тормозят окислительные процессы, ухудшают снабжение кислородом органов и тканей. В поверхностных водах эти соединения находятся в растворенном и взвешенном состоянии, соотношение между которыми определяется составом вод, значением pH раствора. Взвешенный мышьяк представляет собой сорбированные соединения мышьяка (сорбентом могут быть гидроокись железа, глинистые минералы и др.). В растворенном состоянии мышьяк встречается в трех- и пятивалентной формах.

При необходимости в перечень контролируемых гидрохимических показателей может быть включено определение содержания радиоактивных элементов или других веществ, влияющих на качество воды.

Для реализации гидрохимических методов анализа воды разработано и выпускается промышленностью много разнообразных приборов.

## 2. ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ

---

### 2.1. ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Оптическими методами и средствами измерения называют такие методы и средства, в основу которых положена зависимость оптических свойств анализируемой среды или свойств проходящего через нее электромагнитного излучения от количества определяемого компонента в анализируемой пробе. В группу оптических методов входят рефрактометрический, фотометрический, поляриметрический, турбидиметрический, нефелометрический и люминесцентный методы.

К оптическим свойствам анализируемой среды относят: интенсивность окраски, цвет, светопоглощение, светорассеяние, преломление света, вращение плос-



кости поляризации плоскополяризованного света, свечение вещества под действием облучения.

Основные узлы оптических приборов — излучатель, кювета с анализируемой пробой и приемник.

Оптические анализаторы подразделяют на монохроматические, в которых используют излучение с определенной длиной волны, и немонохроматические с широким спектром длин волн излучения, а по спектру излучения — на анализаторы видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной частей спектра.

**Рефрактометрические методы.** Основаны на зависимости показателя преломления от состава среды. Известно, что при падении светового луча на границу раздела двух сред изменяется направление — преломление его движения. Мерой степени преломления служит показатель преломления, равный отношению скорости света в вакууме к скорости света в веществе.

Показатель преломления зависит от природы, агрегатного состояния вещества, внешних условий (температуры, давления) и длины волны падающего света. Эта зависимость устанавливается экспериментально путем определения показателя преломления для ряда стандартных сред известного состава.

На основе полученных данных вычерчивают калибровочный график в координатах: состав смеси — показатель преломления. По оси составов откладывают содержание одного из компонентов в смеси. По такому графику можно определить показатель преломления смеси неизвестного состава и установить ее состав.

Достоинство рефрактометрического метода анализа — простота, точность (до сотых долей процента количества анализируемого вещества), быстрота, возможность проводить анализ при малом количестве вещества (0,05...0,5 г) и без отбора пробы.

Рефрактометры используют для количественного анализа различных бинарных систем: водных растворов веществ, неводных растворов, смесей двух жидкостей. Объектами анализа служат растворы спиртов, сахара, глицерина, кислот, оснований, солей. Такие приборы можно применять и для анализа тройных систем. Однако в этом случае необходимо установление зависимости еще одного фактора (плотности, температуры кипения, поверхностного натяжения, вязкости и т. д.) от состава смеси.

В основу работы рефрактометров часто положены спектрометрический способ измерения показателя преломления и способ полного внутреннего отражения.

**Спектрометрический способ** заключается в следующем. Показатель преломления определяют по углу наименьшего отклонения светового луча в стеклянной призме (кювете), заполненной анализируемой жидкостью. Кювета состоит из двух частей, в одной из которых находится сравнительная жидкость с известным значением показателя преломления  $n_0$ , а в другой — анализируемая жидкость, значение показателя преломления которой  $n_x$  надо определить. При  $n_0 = n_x$  луч не отклоняется от своего начального направления. При  $n_0 < n_x$  или  $n_0 > n_x$  луч отклоняется в том или ином направлении.

Принципиальная схема автоматического спектрометрического рефрактометра показана на рисунке 2.1. Луч света от источника 1 через линзу 2 и диафрагму 3 попадает в кювету 4. Когда концентрации анализируемого и сравнительного растворов равны, луч света проходит через кювету без отклонения и равномерно освещает оба фотосопротивления  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ , при этом сигнал на входе в ЭУ равен ну-



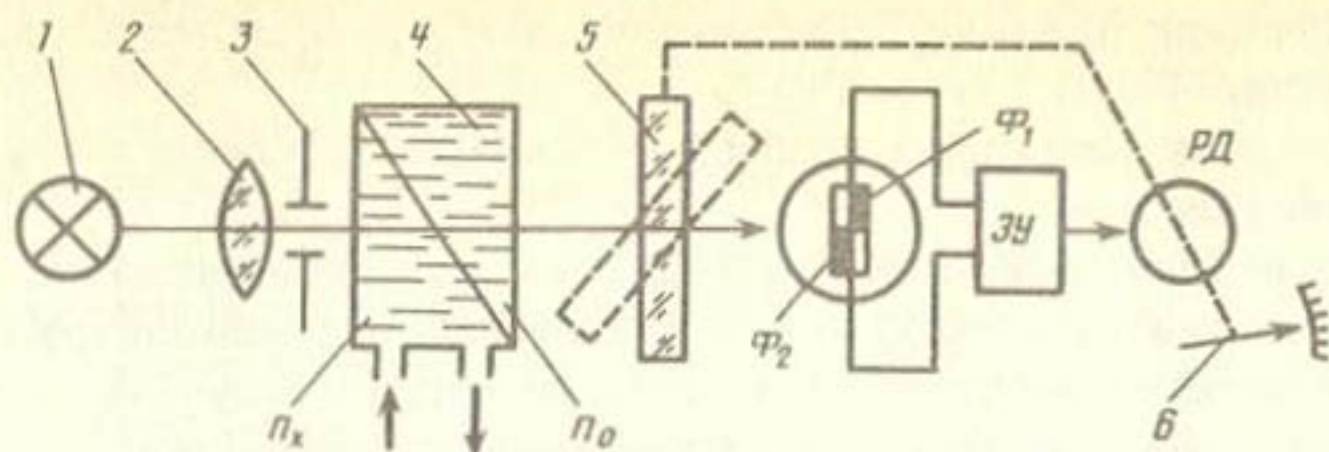


Рис. 2.1. Схема автоматического спектрометрического рефрактометра:

1 — источник света; 2 — конденсорная линза; 3 — диафрагма; 4 — кювета; 5 — компенсационная пластинка; 6 — указатель; ЭУ — электронный усилитель; РД — реверсивный двигатель;  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  — фотосопротивления;  $n_0$  — показатель преломления сравнительной жидкости;  $n_x$  — показатель преломления анализируемой жидкости

лю. При изменении концентрации анализируемой среды луч света отклоняется, и равенство освещенности фотосопротивлений нарушается тем больше, чем больше отклонение концентрации. Сигнал разбаланса через ЭУ приводит во вращение двигатель РД. РД начинает поворачивать компенсационную пластинку 5 в нужном направлении до установления равенства освещенности фотосопротивлений. Угол поворота, определяемый по указателю 6, является мерой концентрации раствора. Изменением толщины пластинки 5 изменяют предел измерения прибора.

Рефрактометры с дифференциальными кюветами применяют для анализа прозрачных и полупрозрачных жидкостей.

Способ полного внутреннего отражения основан на следующем. При прохождении из оптически более плотной среды в менее плотную луч света отражается от границы раздела сред. Угол падения луча может быть подобран так, что отраженный луч будет параллелен границе раздела этих сред. Такой угол называют предельным, а связанное с этим явление — полным внутренним отражением. Для анализа непрозрачных жидкостей используют зависимость между предельным углом и их составом.

Принципиальная схема автоматического рефрактометра полного внутреннего отражения показана на рисунке 2.2. В трубопровод 1, по которому протекает анализируемая жидкость, вмонтирована измерительная кювета 2. Падающий на кювету свет (от источника 5) проходит через предварительный светофильтр 4 и коллиматор 3 и, отражаясь от границы раздела сред (анализируемая жидкость и призма), попадает через оптический рассеиватель 9 на фотоэлемент  $\Phi Э_1$  и зеркало 8, а затем на фотоэлемент  $\Phi Э_2$ . Сигнал разбаланса от фотоэлементов через электронный усилитель 6 поступает на реверсивный двигатель 7, который поворачивает зеркало 8 до тех пор, пока отраженный от него свет, направленный на  $\Phi Э_2$ , не уравнивает светового потока, падающего на  $\Phi Э_1$ .

Основная погрешность измерения с помощью рефрактометров — 0,5...1,5 %.

Рефрактометры, в основу работы которых положено явление интерференции, называют интерферометрами. Явление интерференции заключается в том, что на экране два совмещенных луча, исходящих из одного источника, дают увеличение освещенности, если проходят одинаковый путь, и затемнение, если разность их



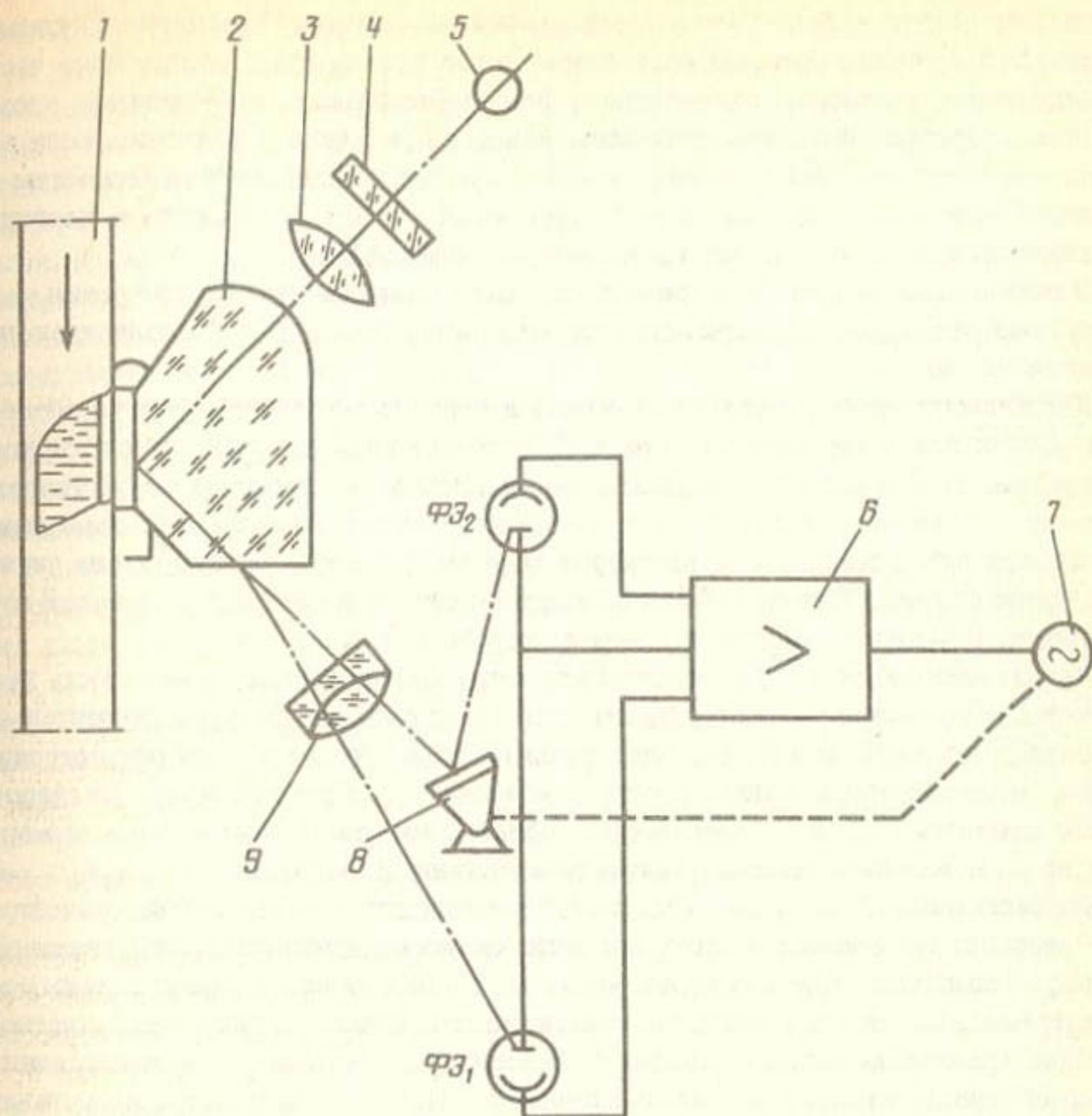


Рис. 2.2. Схема автоматического рефрактометра полного внутреннего отражения:

1 — трубопровод; 2 — измерительная кювета; 3 — коллиматор; 4 — предварительный светофильтр; 5 — источник света; 6 — электронный усилитель; 7 — реверсивный двигатель; 8 — зеркало; 9 — оптический рассеиватель; ФЭ<sub>1</sub> и ФЭ<sub>2</sub> — фотоэлементы

путей кратна длине волны света. В интерферометрах один луч проходит через кювету с анализируемым раствором, а другой — со сравнительным.

Чувствительность интерференционных рефрактометров достигает  $10^{-6} \dots 10^{-8}$ . Относительная погрешность измерения концентрации с помощью дифференциальных рефрактометров составляет от  $10^{-6}$  до  $5 \cdot 10^{-7}$ , рефрактометров полного внутреннего отражения — от  $10^{-4}$  до  $10^{-5}$ , а рефрактометров интенсивности — от  $10^{-5}$  до  $5 \cdot 10^{-6}$ .

**Фотометрические методы.** Основаны на сравнении поглощения или пропускания света стандартным и исследуемым растворами. Степень поглощения света фотометрируемым раствором измеряют с помощью фотоколориметров и спектрофотометров. Оптическую плотность стандартного и исследуемого окрашенных



растворов всегда определяют по отношению к раствору сравнения (нулевой раствор). В качестве раствора сравнения можно использовать аликвотную часть исследуемого раствора, содержащего все добавляемые компоненты, кроме реагента, образующего с определяемым ионом окрашенное соединение. Если добавляемый реагент и все остальные компоненты раствора сравнения бесцветны и, следовательно, не поглощают лучей в видимой области спектра, то в качестве раствора сравнения можно взять дистиллированную воду.

В аналитической практике применяют в основном два способа измерения концентрации растворов — колориметрический ("колор" — цвет) и фотоэлектроколориметрический.

*Колориметрический способ* заключается в переводе анализируемого компонента в соединение с характерной окраской. Интенсивность окраски зависит от концентрации. Ее определяют визуально по сравнению со стандартным раствором, имеющим известную концентрацию анализируемого вещества. Для измерений составляют набор стандартных растворов во всем диапазоне интересующих значений концентрации. Этот способ измерения концентраций обладает невысокой точностью, но благодаря простоте его широко используют.

Визуальная колориметрия имеет следующие преимущества: возможность применения в полевых условиях; простота и дешевизна аппаратуры; относительно большая высота (30 см и более) цилиндров Насслера позволяет при рассмотрении сверху вниз измерять интенсивность цвета очень слабоокрашенных растворов; слабое изменение оттенка окраски сразу обнаруживается при визуальном измерении, но оно может быть замечено при использовании приборов.

*Фотоэлектроколориметрический способ* заключается в определении концентрации раствора по степени ослабления интенсивности первоначального светового потока с помощью фотоэлементов. Фотоэлектроколориметры имеют шкалы, отградуированные не в единицах концентрации, а в единицах оптической плотности. При анализе используют графики "оптическая плотность — концентрация", которые строят, измеряя на данном приборе оптическую плотность нескольких стандартных растворов.

Применяемые в фотометрии приборы состоят из четырех частей, последовательно расположенных одна за другой: источник света, монохроматор, кюветы с анализируемым и сравнительным растворами, детектор (фотоэлемент, превращающий энергию излучения в электрическую).

Монохроматор — это устройство, выделяющее из широкого спектра потока излучения узкую часть длин волн, при которых фотометрический эффект проявляется с наибольшей чувствительностью. В качестве монохроматоров используют светофильтры, призмы и дифракционные решетки.

Конструкции приборов зависят от того, в какой области спектра (ультрафиолетовой, видимой или инфракрасной) проводят измерения.

Обычно выбирают излучение в той области длин волн, в которой определяемое соединение имеет максимальное светопоглощение, а примеси — минимальное.

По конструктивному признаку фотометрические анализаторы делят на одно- и двухлучевые.

В однолучевых анализаторах на пути светового потока устанавливают последовательно кюветы с анализируемой пробой и образцом сравнения и измеряют соответствующие соотношения интенсивностей потока излучения. Эти приборы



просты, но требуют высокостабильных источников излучения и приемников.

В двухлучевых анализаторах обе кюветы помещают в разные потоки излучения. Поэтому в такие приборы кроме указанных выше элементов входят делитель потока света, система модуляции для разделения сигналов от обоих потоков и оптическое устройство для соединения обоих потоков на один приемник. Эти приборы обладают существенно лучшей стабильностью по сравнению с однолучевыми. Их используют преимущественно для непрерывной записи спектров и для измерений, требующих особенно высокой стабильности. Веществ и соединений, поглощающих свет равномерно во всех участках спектра, известно очень мало. Большинство же веществ поглощает преимущественно излучение в каком-то характерном участке спектра. В этом случае измерение определенной длины волны (такое излучение называют монохроматическим), соответствующей максимуму поглощения, будет более точным, а влияние сопутствующих веществ — незначительным.

В зависимости от ширины выделенного участка спектра различают фотоэлектроколориметры (ФЭК) и спектрофотометры (СФ). СФ отличаются от ФЭК тем, что в них выделяется значительно более узкий участок спектра и их можно настраивать на различные требуемые значения длин волн и именно те, в которых анализируемое вещество (точнее, образованное соединение) "оптически реагирует" с наибольшей чувствительностью, что позволяет с его помощью изучать светопоглощения в отдельных участках спектра, то есть вести наблюдения по всему спектру поглощения и, таким образом, выбирать оптимальные условия измерения. Однако ФЭК значительно проще СФ по конструкции и в работе.

Оптическая схема двухлучевого фотоэлектроколориметра ФЭК-60 показана на рисунке 2.3. Верхний (по схеме) поток — измерительный, нижний — компенсационный. Нить лампы  $L$  посредством двух конденсаторов  $K_1$  и  $K_2$  и двух зеркал  $Z_1$  и  $Z_2$  изображается на линзах  $O_1$  и  $O_2$ . Изображения нити проецируются линзами  $O_1$  и  $O_2$  и сводятся зеркалами  $Z_3$  и  $Z_4$  и призмой  $P$  в полость фотоэлемента  $\Phi$ . Модулятор  $M$  модулирует верхний и нижний световые потоки в противофазе. Эти световые потоки через светофильтры  $C_1$  и  $C_2$  и кюветы  $K$  попадают на фотоэлемент и возбуждают переменный электрический ток, пропорциональный разности световых потоков обеих ветвей прибора.

В верхний световой поток включают кюветы с раствором. Диафрагма  $D_1$  полностью открыта (отсчет 100 по шкале пропускания). Изменяя площадь диафрагмы  $D_2$ , уравнивают интенсивности обоих световых потоков, что соответствует нулевому положению стрелки микроамперметра. Затем кювету с раствором заменяют такой же кюветой с растворителем или контрольным раствором, более прозрачным, чем анализируемый. Изменяя площадь диафрагмы  $D_1$ , уменьшают интенсивность светового потока этой ветви до первоначальной, то есть вновь подводят стрелку микроамперметра к нулевому положению. Полученный отсчет по шкале измерительной диафрагмы будет соответствовать отношению значений светового потока, прошедшего через раствор, к значению светового потока, прошедшего через растворитель или контрольный раствор, и, таким образом, даст значение пропускания раствора по отношению к растворителю или контрольному раствору.

Предел измерения коэффициентов пропускания прибором ФЭК-60 — от 5 до 100 %. Измерения проводят в диапазоне длин волн от 360 до 1000 нм. Абсолютная



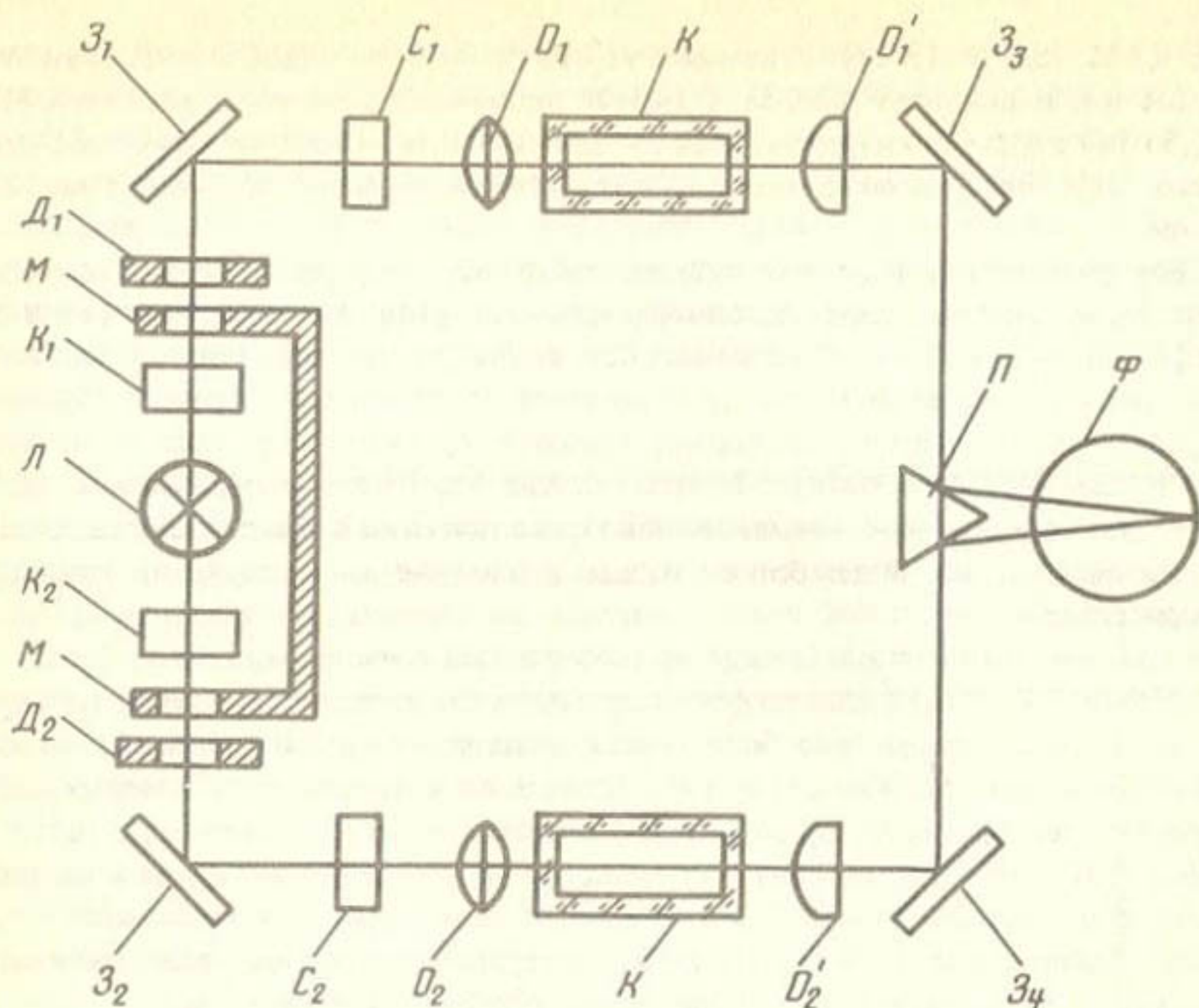


Рис. 2.3. Оптическая схема двухлучевого фотоэлектрического колориметра ФЭК-60:

$Д_1, Д_2$  — диафрагмы;  $З_1, З_2, З_3, З_4$  — зеркала;  $К$  — кюветы;  $К_1, К_2$  — конденсаторы;  $Л$  — лампа;  $М$  — модулятор;  $О_1, О_2, О'_1, О'_2$  — линзы;  $П$  — призма;  $С_1, С_2$  — светофильтр;  $Ф$  — фотоэлемент

погрешность измерения  $\pm 1\%$ . Прибор имеет девять пар светофильтров: одну пару — для измерения в ближней ультрафиолетовой области; пять — для видимой; три — для ближней инфракрасной области спектра.

**Фотоэлектрические колориметры КФК, ФЭК-56, ФЭК-56М.** Предназначены для измерения пропускания или оптической плотности растворов в диапазоне 315...630 нм и определения концентрации веществ в растворе фотометрическими методами. Эти колориметры позволяют также проводить относительные измерения интенсивности рассеяния взвесей, эмульсий и коллоидных растворов в проходящем свете. Приборы ФЭК-56М, ФЭК-56 могут комплектоваться дополнительным титровальным приспособлением ТПР, которое позволяет осуществлять фотометрическое титрование.

Все рассматриваемые колориметры обеспечивают измерение пропускания от 100 до 5 % ( $A = 0...1,3$ ). Участок шкалы пропускания от 5 до 0,1 % ( $A = 1,3...3$ ) служит для ориентировочных измерений. Абсолютная погрешность приборов при измерении пропускания не превышает 1 %. Среднее квадратическое отклонение определения пропускания по результатам 10 измерений — не более 0,3 % (0,003).

В качестве источника света в приборе КФК используют лампу накаливания



КГМ 6,3-15 (6,3 В, 15 Вт), с которой возможна работа в диапазоне длин волн 315...630 нм. В приборах ФЭК-56, ФЭК-56М применяют лампу накаливания РН-35 (8 В, 35 Вт) и ртутно-кварцевую лампу ДРК-120 сверхвысокого давления (мощностью 120 Вт), обеспечивающие возможность работы в диапазоне 315...630 нм.

Все рассматриваемые колориметры снабжены набором узкополосных светофильтров, спектральные характеристики которых представлены в таблице 2.1.

### 2.1. Характеристики светофильтров приборов КФК, ФЭК-56М, ФЭК-56

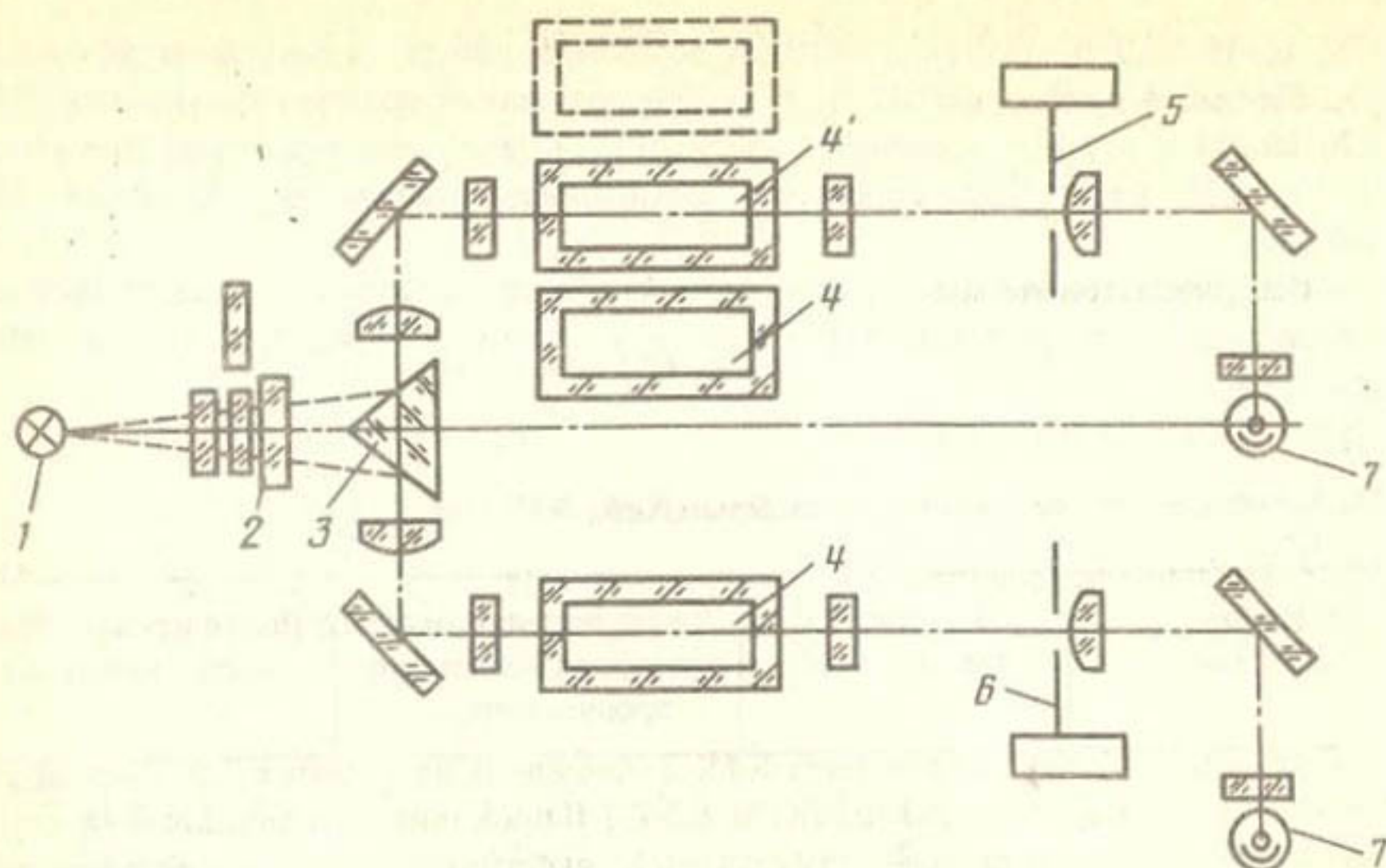
| Номер на рукоятке | Маркировка светофильтра | Длина волны, соответствующая максимуму пропускания, нм | Полуширина полосы пропускания, нм |
|-------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1                 | 1                       | $315 \pm 5$                                            | $35 \pm 15$                       |
| 2                 | 2                       | $364 \pm 5$                                            | $25 \pm 10$                       |
| 3                 | 3                       | $400 \pm 5$                                            | $45 \pm 10$                       |
| 4                 | 4                       | $440 \pm 5$                                            | $40 \pm 15$                       |
| 5                 | 5                       | $490 \pm 10$                                           | $35 \pm 10$                       |
| 6                 | 6                       | $540 \pm 10$                                           | $25 \pm 10$                       |
| 7                 | 7                       | $572 \pm 10$                                           | $30 \pm 10$                       |
| 8                 | 8                       | $590 \pm 10$                                           | —                                 |
| 9                 | 9                       | $630 \pm 10$                                           | —                                 |

Примечание. Светофильтр № 9 служит для ориентировочных измерений. Для светофильтров № 8 и 9 указана предельная длина волны от максимума.

Общая оптическая схема колориметров КФК, ФЭК-56М, ФЭК-56 представлена на рисунке 2.4. Световой поток от источника света 1 через светофильтр 2 попадает на призму 3, которая делит его на два потока: левый и правый. Эти параллельные потоки идут через кюветы 4—4 или 4—4' и диафрагмы 5 и 6 на фотоэлементы 7, подключенные по дифференциальной схеме через усилитель постоянного тока к микроамперметру. В правый световой поток можно последовательно вводить кювету 4 с растворителем (или раствором сравнения) или кювету 4' с исследуемым раствором. Раздвижная диафрагма 5, расположенная в правом потоке света, при вращении связанного с ней барабана изменяет значение светового потока, падающего на правый фотоэлемент. Правый барабан является измерительным, левый — компенсационным.

**Фотоэлектрический однолучевой концентрационный колориметр КФК-2.** Предназначен для измерения пропускания, оптической плотности и концентрации окрашенных растворов, рассеивающих взвесей, эмульсий и коллоидных растворов в области спектра 315...980 нм. Пределы измерения пропускания — 100...5 % ( $A = 0...1,3$ ). Основная абсолютная погрешность измерения пропускания — 1 %. Характеристики светофильтров представлены в таблице 2.2.





#### 2.4. Оптическая схема фотоэлектрических колориметров КФК, ФЭК-56М, ФЭК-56:

1 — источник света; 2 — светофильтр; 3 — призма; 4 и 4' — кюветы с растворителем (или раствором сравнения) и с исследуемым раствором; 5 и 6 — раздвижная и компенсационная диафрагмы; 7 — фотоэлементы

#### 2.2. Спектральные характеристики светофильтров к фотоэлектрическому колориметру КФК-2

| Маркировка на диске | Маркировка светофильтра | Длина волны, соответствующая максимуму пропускания, нм | Полуширина полосы пропускания, нм |
|---------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1                   | 315                     | $315 \pm 5$                                            | $35 \pm 15$                       |
| 2                   | 364                     | $364 \pm 5$                                            | $25 \pm 10$                       |
| 3                   | 400                     | $400 \pm 5$                                            | $45 \pm 10$                       |
| 4                   | 440                     | $440 \pm 10$                                           | $40 \pm 15$                       |
| 5                   | 490                     | $490 \pm 10$                                           | $35 \pm 10$                       |
| 6                   | 540                     | $540 \pm 10$                                           | $25 \pm 10$                       |
| 7                   | 590                     | $590 \pm 10$                                           | $25 \pm 10$                       |
| 8                   | 670                     | $670 \pm 5$                                            | $20 \pm 5$                        |
| 9                   | 750                     | $750 \pm 5$                                            | $20 \pm 5$                        |
| 10                  | 870                     | $870 \pm 5$                                            | $25 \pm 5$                        |
| 11                  | 980                     | $980 \pm 5$                                            | $25 \pm 5$                        |

Прибор КФК-2 может комплектоваться широким набором прямоугольных кювет (поставляются по желанию заказчика):



### Набор № 2 (основной)

|                          |    |    |    |    |     |
|--------------------------|----|----|----|----|-----|
| Рабочая длина кюветы, мм | 50 | 30 | 20 | 10 | 5   |
| Объем, мл                | 20 | 14 | 9  | 5  | 2,3 |

### Набор № 1

|                          |    |    |   |   |   |
|--------------------------|----|----|---|---|---|
| Рабочая длина кюветы, мм | 20 | 10 | 5 | 3 | 1 |
|--------------------------|----|----|---|---|---|

### Набор № 3

|                          |     |    |    |    |
|--------------------------|-----|----|----|----|
| Рабочая длина кюветы, мм | 100 | 50 | 30 | 20 |
|--------------------------|-----|----|----|----|

### Микрокюветы

|                               |      |      |      |      |
|-------------------------------|------|------|------|------|
| Рабочая длина микрокюветы, мм | 10   | 5    | 3    | 2    |
| Объем, мл                     | 0,40 | 0,02 | 0,12 | 0,08 |

Оптическая схема колориметра КФК-2 приведена на рисунке 2.5. Свет от галогенной малогабаритной лампы (КГМ 6,3-15) 1 проходит последовательно через систему линз, теплозащитный, нейтральный, выбранный цветной светофильтры 2...4, кювету 5 с раствором сравнения или с исследуемым раствором и попадает на пластину 7, которая делит световой поток на два: 10 % света направляется на фотодиод (ФД-7К) 6 (при измерениях в области спектра 590...980 нм) и 90 % — на фотоэлемент (Ф-26) 8 (при измерениях в области спектра 315...540 нм).

Однолучевые спектрофотометры СФ-26, СФ-16. Предназначены для измерения пропускания и оптической плотности растворов и твердых веществ в диапазоне 186...1100 нм. Эти приборы работают по общей оптической схеме (рис. 2.6). Свет от источника 2 идет на зеркальный конденсор 3, затем на плоское зеркало 6. Зеркало 6 отклоняет поток лучей на 90° и направляет его в щель 4 (автоколлимационного монохроматора с 30-градусной призмой), защищенную пластинкой 5. Свет, прошедший через щель 4, попадает на диспергирующую призму 7, разлагающую его на спектр. Диспергированный поток направляется обратно на объектив, который фокусирует лучи в щель 8. Призма 7 соединена специальным механизмом со шкалой длин волн. Вращая призму 7 соответствующей рукояткой на выходе монохроматора, получают монохроматический поток света заданной длины волны, который через щель 8, линзу 9, фильтр 10, поглощающий рассеянный свет, эталон 11 и защитную пластинку 12 попадает на светочувствительный слой фотоэлемента 13.

В приборе СФ-26 после линзы 9 свет проходит через эталон (или образец) и линзу и с помощью поворотного зеркала собирается на светочувствительном слое одного из фотоэлементов — сурьмяно-цезиевого (для измерений в области длин волн 186...650 нм) или кислородно-цезиевого (600...1100 нм). Источниками сплошного излучения, обеспечивающими широкий диапазон работы прибора, служат дейтериевая лампа (в области длин волн 186...350 нм) и лампа накаливания (320...1100 нм).

Пропускание (оптическую плотность) исследуемого объекта измеряют относительно эталона, пропускание которого принимают за 100 %, а оптическую плотность — равной нулю.



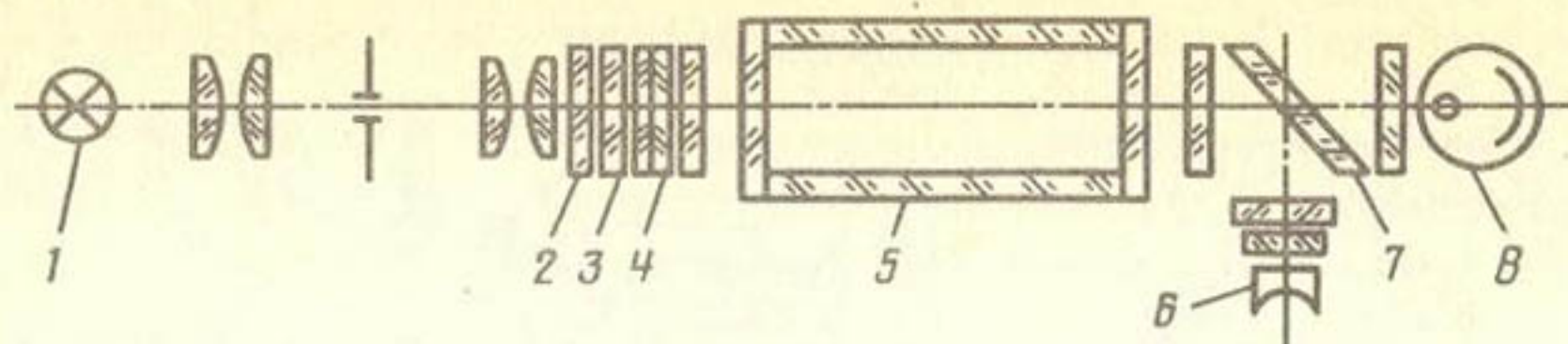


Рис. 2.5. Оптическая схема фотоэлектрического колориметра КФК-2:

1 — источник света; 2, 3 и 4 — теплозащитный, нейтральный и цветной светофильтры; 5 — кювета с исследуемым раствором или раствором сравнения; 6 — фотодиод; 7 — пластина, которая делит световой поток на два потока; 8 — фотоэлемент

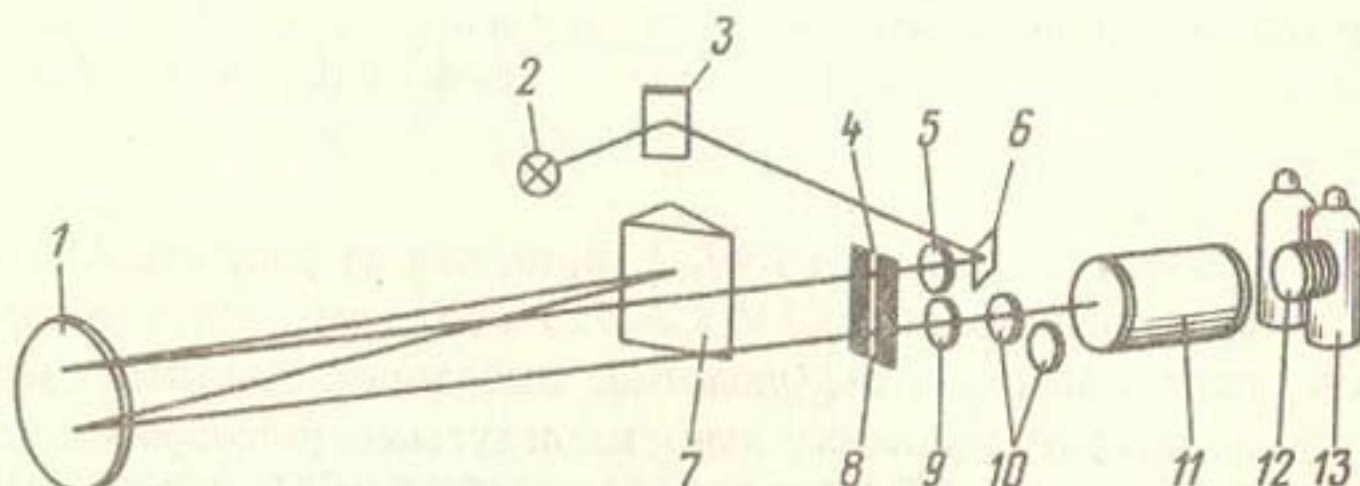


Рис. 2.6. Оптическая схема однолучевого спектрофотометра:

1 и 3 — зеркальные конденсор и объектив; 2 — источник света; 4 и 8 — входная и выходная щели; 5 и 12 — защитные пластинки; 6 — зеркало; 7 и 9 — кварцевые призма и линза; 10 — фильтры; 11 — кювета с исследуемым или стандартным раствором; 13 — фотоэлемент

Спектрофотометр СФ-26 поставляют в двух вариантах комплектации — основном и дополнительном, включающем цифровой вольтметр Щ-1312, предназначенный для более объективного измерения пропускания (оптической плотности).

#### Технические характеристики прибора СФ-26

|                                                                     |               |
|---------------------------------------------------------------------|---------------|
| Диапазон измерений пропускания, %                                   | 3...100       |
| Растяжка участков шкалы пропускания на всю шкалу, %:                |               |
| от любого целого числа десятков процентов                           | 10            |
| в области 0...10 %                                                  | 1             |
| Стандартное отклонение пропускания (при $n = 10$ ), %, не более:    |               |
| по шкале стрелочного прибора 0...110 %                              | 0,25 (0,0025) |
| по шкалам-растяжкам на стрелочном приборе                           | 0,1 (0,001)   |
| по табло цифрового вольтметра                                       | 0,1 (0,001)   |
| Абсолютное значение рассеянного излучения при длине волны 200 нм, % | $\leq 1$      |

Регистрирующие двухлучевые спектрофотометры СФ-10, СФ-14, СФ-18. Предназначены для измерения пропускания (оптической плотности) прозрачных и мутных сред и коэффициентов диффузного отражения твердых и порошкообраз-



ных веществ в видимой области спектра. Они состоят из осветителя, двойного призмленного монохроматора, фотометра поляризационного типа, приемно-усилительной части и записывающего механизма. На плате приборов смонтирована кюветная камера для установки прозрачных образцов, исследуемых на пропускание, и интегрирующий шар. Для определения коэффициентов пропускания жидкостей имеется набор парных кювет с толщиной слоя 5; 10; 20 и 50 мм.

Твердые прозрачные образцы и кюветы с жидкостью помещают в специальные держатели, выполненные в виде тисков, и зажимают винтом. Держатель с исследуемым раствором вставляют в направляющую правой части (по ходу лучей) кюветного отделения, а стандартный раствор располагают слева.

Порошки, исследуемые на отражение, помещают в кювету, расположенную на месте правого по ходу лучей эталона. Для исключения зеркальной составляющей отражения имеются карманы, которые можно установить в боковые отверстия шара вместо заглушек.

Внутри шара находятся два экрана, предотвращающие попадание света от образца непосредственно на фотозаэлемент при определении абсолютных значений коэффициентов диффузного отражения (нижний экран) и пропускания (верхний экран). Для включения экранов необходимо оттянуть рукоятку.

Измерение абсолютных значений коэффициентов диффузного отражения или пропускания сводится к следующему. Вначале записывают линию 100 %-ного пропускания при нейтральном положении экранов относительно световых потоков: при этом рукоятки вдвинуты в шар. Затем вместо эталона к окну шара в рабочий поток помещают образец, исследуемый на отражение. Оттягивают нижнюю рукоятку до упора и ставят экран в положение, при котором прямой свет от образца не попадает на фотозаэлемент. Последующая запись дает значение абсолютного коэффициента диффузного отражения образца по спектру.

При измерении абсолютных значений коэффициентов диффузного отражения образец помещают в правое по ходу лучей входное окно шара. С помощью рукоятки устанавливают верхний экран. Нижний экран при этом должен занимать нейтральное положение относительно световых потоков.

Результаты всех измерений автоматически записываются на специальном бланке, имеющем вид сетки, по оси абсцисс которой нанесена равномерная шкала длин волн от 400 до 750 нм с ценой деления 2 нм, а по оси ординат — равномерная шкала оптической плотности от 0 до 2,5 с ценой деления 0,0123 и шкала пропускания (отражения) от 0 до 100 % с ценой деления 0,5 %.

Спектрофотометр СФ-14 имеет два диапазона измерения пропускания (0...100 % и 0...10 %) и два диапазона измерения оптической плотности (0...2,5 и 0...1,0), повышающих чувствительность и точность замеров.

Продолжительность записи одного спектра составляет 2...4,5 мин.

Оптическая схема приборов СФ-10 и СФ-14 (рис. 2.7) состоит из двух частей — спектральной (двойного монохроматора) и фотометрической. Нить лампы 1 проецируется конденсором 2 через входную щель 3 в плоскости объектива 4. Входная щель 3 расположена в фокальной плоскости объектива 6. Выходящий из объектива 6 параллельный поток света проходит диспергирующую призму 5 и разлагается в спектр. Объектив 6 дает спектральное изображение входной щели в плоскости средней щели по линии А—А. Средняя щель двойного монохроматора, образо-



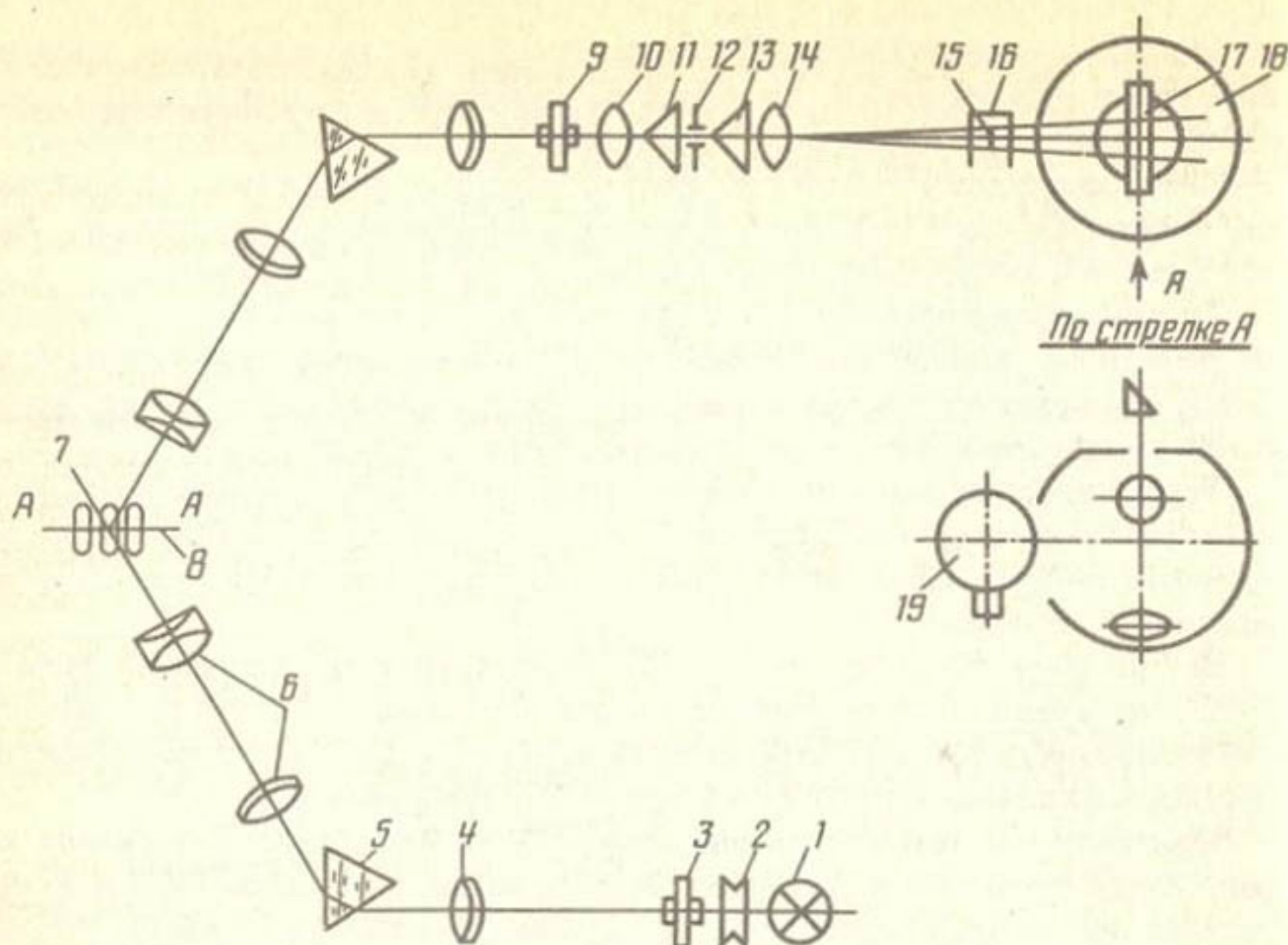


Рис. 2.7. Оптическая схема спектрофотометра СФ-14:

1 — источник света; 2 — конденсор; 3 и 9 — входная и выходная щели; 4 — объектив коллиматора; 5 — диспергирующая призма, разлагающая свет в спектр; 6 — объектив первого монохроматора; 7 — зеркало; 8 — нож; 10, 14 — линза; 11 — двоякопреломляющая призма Рошона; 12 — диафрагма; 13 — призма Волластона; 15 — полулинзы; 16 — барабан прерывателя; 17 — призма, отклоняющая оба потока на  $90^\circ$ ; 18 — интегрирующий шар; 19 — фотозлемент

ванная зеркалом 7 и ножом 8, вырезает участок спектра, который проникает во второй монохроматор и проецируется в плоскости выходной щели 9.

Выходящий из монохроматора поток света попадает в фотометрическую часть прибора. Сначала поток идет через линзу 10 и двоякопреломляющую призму Рошона 11. Линза 10 дает изображение объектива выходного коллиматора вблизи диафрагмы 12. Призма Рошона 11 разделяет это изображение на два изображения, поляризованные во взаимоперпендикулярных плоскостях. Изображение, симметричное оси, проходит через призму Волластона 13 и линзу 14, а смещенное изображение срезается диафрагмой 12. Линза 14 дает изображение выходной щели в плоскости полулинз 15. Вследствие двойного лучепреломления призмы Волластона в плоскости полулинз получают два изображения выходной щели. Пройдя полулинзы 15, установленные внутри барабана прерывателя 16, оба потока отклоняются на  $90^\circ$  призмой 17, проникают через входные окна шара 18 и попадают на окна, к которым прижимаются образец и эталон (в случае измерения коэффициентов отражения) или два эталона (в случае измерения коэффициентов пропускания). Свет, отраженный от образца и эталона, суммируется шаром и попадает на



фотоэлемент 19. Фототок, возникающий под влиянием суммарного светового потока, передается через усилитель на кинематическую систему прибора, и значение оптической плотности (пропускания) автоматически фиксируется на бумажном бланке.

**Поляриметрические методы анализа.** Основаны на свойствах некоторых оптически активных веществ вызывать поляризацию света. Сущность этого явления состоит в следующем. Свет представляет собой электромагнитные волны, колебания которых происходят по всем плоскостям, перпендикулярным направлению луча. Прошедший через некоторые кристаллы свет поляризуется, то есть его волны колеблются только в одной плоскости — плоскости поляризации.

Вещества, способные вызывать поляризацию света, называют оптически активными. Если через раствор такого вещества пропустить поляризованный луч, то плоскость поляризации луча на выходе отклонится на угол, пропорциональный концентрации этого вещества в растворе.

Приборы, в основу работы которых положены поляриметрические методы, называют поляриметрами. Основными частями таких приборов являются поляризатор и анализатор — совершенно идентичные устройства, поляризующие свет в определенной плоскости. Когда эти устройства установлены так, что их плоскости поляризации взаимно параллельны, свет беспрепятственно проходит. Если поляризатор и анализатор взаимно поворачивать, то интенсивность проходящего света будет падать. При относительном расположении плоскостей поляризатора и анализатора под углом  $90^\circ$  свет проникать не будет. Такое положение анализатора называют "на темноту". Если между поляризатором и анализатором расположить кювету с анализируемым веществом, то скорость поляризации луча, прошедшего через кювету, изменится, и угол поляризации можно будет определить по положению анализатора "на темноту" относительно нулевого положения.

Структурно поляриметры состоят из соединенных последовательно монохроматора, поляризатора, трубки с плоскопараллельными окнами, анализатора и отсчетного устройства, фиксирующего положение анализатора. Их градуируют либо по стандартным растворам, либо с помощью эквивалентов — кварцевых пластинок. Поляриметры в основном являются лабораторными приборами.

Схема промышленного автоматического поляриметра представлена на рисунке 2.8. Луч света от источника 1 идет через поляризатор 2 и кювету 3 с раствором анализируемого вещества. При этом плоскость поляризации поворачивается на некоторый угол, в результате чего в ранее настроенном "на темноту" анализаторе 8 появляется свет, фиксируемый фотоэлементом 9. На пути к анализатору луч света проходит через светофильтр 4, модулятор 5 и компенсатор, состоящий из неподвижного 6 и подвижного 7 кварцевых клиньев из лево- и правовращающегося кварца. Подвижный клин передвигается при помощи мотора 10 до тех пор, пока не будет скомпенсировано вращение плоскости поляризации и на фотоэлемент не перестанет падать свет. Положение клина характеризует угол вращения плоскости поляризации анализируемым раствором и, следовательно, концентрацию анализируемого вещества.

**Турбидиметрический и нефелометрический методы.** Основаны на анализе вещества по поглощению и рассеянию световой энергии взвешенными частицами. При прохождении пучка света через взвеси мельчайших твердых частиц в раство-



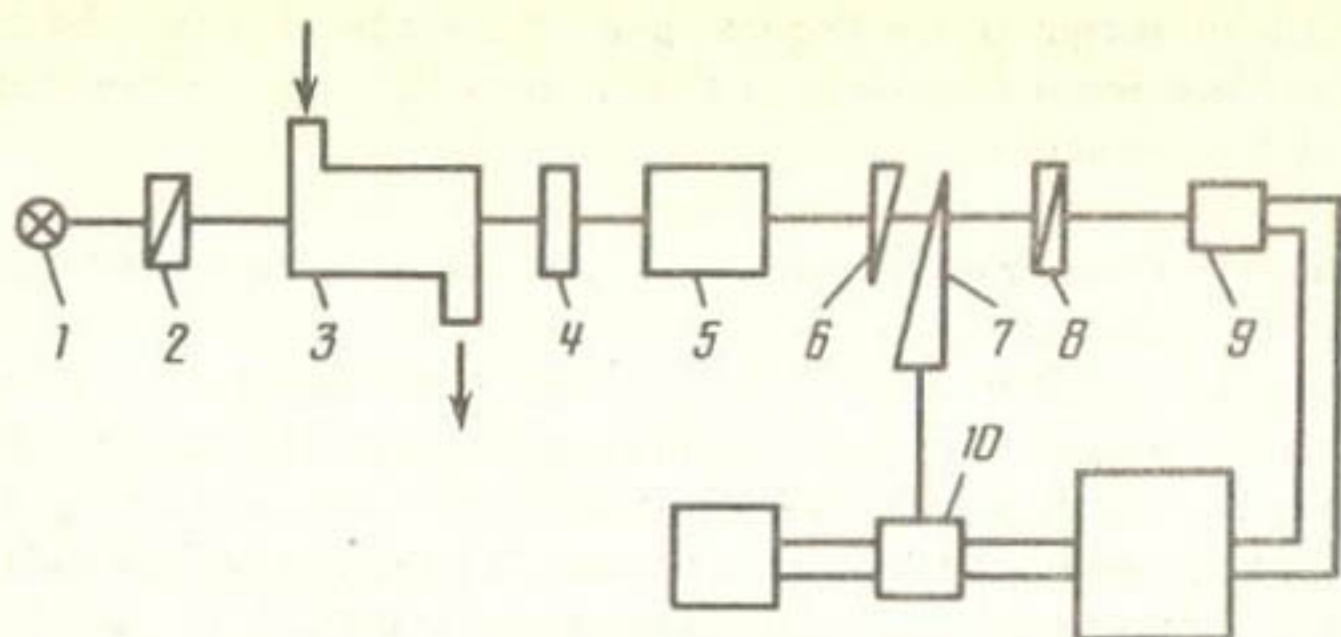


Рис. 2.8. Схема промышленного автоматического поляриметра:

1 — источник света; 2 — поляризатор; 3 — кювета; 4 — светофильтр; 5 — модулятор; 6 и 7 — неподвижный и подвижный кварцевые клинья; 8 — анализатор; 9 — фотозадающий элемент; 10 — мотор

рителе наблюдается боковое рассеяние света, благодаря чему можно наблюдать его пучок в виде мутной полосы. Дисперсные системы, дающие рассеяние света, называют мутными.

При турбидиметрических анализах измеряют интенсивность света  $I_1$ , выходящего из кюветы в направлении падающего пучка света, а при нефелометрических — интенсивность рассеянного света  $I_p$  в направлении первичного пучка (рис. 2.9).

Под нефелометрической (турбидиметрической) взвесью понимают суспензии весьма малорастворимых веществ в сильно разбавленных растворах (100 мг на 1 л и менее), которые отражают постоянное количество света в течение более или менее длительного промежутка времени, достаточного для измерения интенсивности света.

Приборы, в основу действия которых положены турбидиметрические и нефелометрические методы, называют турбидиметрами и нефелометрами.

**Люминесцентный (флуориметрический) метод.** Основан на измерении излучения, возникающего в результате выделения энергии возбужденными молекулами анализируемого вещества. Люминесценция — явление "холодного свечения" некоторых веществ, вызванное изменением электронного состояния молекул или атомов. Для возбуждения свечения вещество должно предварительно поглотить определенное количество энергии, но энергия, приобретенная атомами или молекулами, не сохраняется длительно, а сопровождается отдачей или разменом этой энергии различными путями.

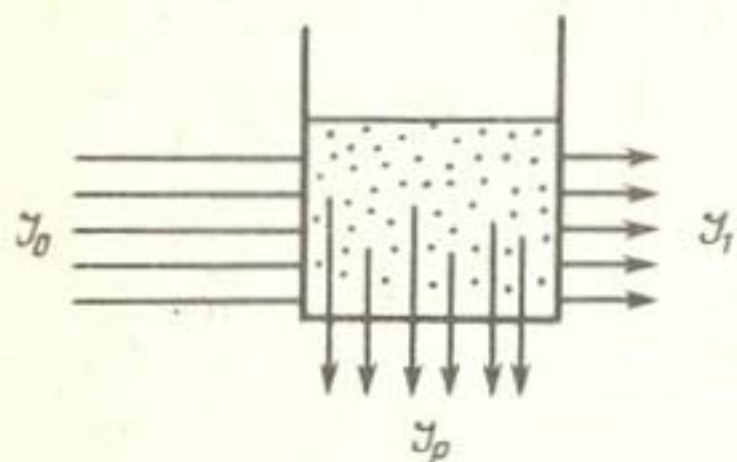


Рис. 2.9. Схема измерений световых потоков при нефелометрии и турбидиметрии:

$I_0$  — интенсивность первичного пучка света;  $I_1$  — интенсивность света, выходящего из кюветы;  $I_p$  — интенсивность рассеянного света



Вещество является люминесцирующим в том случае, если удерживает часть поглощенной энергии, не превращая ее в тепло, рано или поздно испускает ее в виде светового излучения.

Свойство флуоресцировать, то есть отдавать в виде излучения поглощенную световую энергию, присуще не всем органическим веществам и определяется их химической структурой.

Для установления химического состава вещества можно использовать его люминесцентные свойства. В результате химических реакций анализируемое вещество приобретает способность флуоресцировать или, если оно обладало уже этим свойством, изменяется характер его свечения. Можно также наблюдать изменение флуоресценции реактива под влиянием искомого вещества.

Количественный флуоресцентный анализ основан на определении интенсивности люминесценции. Для его выполнения можно использовать колориметрические методы. Приборы, реализующие люминесцентный метод анализа, называют флуориметрами.

Принципиальная схема фотоэлектрического флуориметра приведена на рисунке 2.10. Излучение ртутной лампы 1 через черный светофильтр 2 падает на кювету 3 с исследуемым раствором. Свет флуоресценции раствора, возбуждаемый ультрафиолетовыми лучами, проходя через светофильтр 4, пропускающий только анализируемую часть света и поглощающий все посторонние лучи, воспринимается фотоэлементом 5 и регистрируется зеркальным гальванометром 6.

Методика флуориметрического анализа аналогична методике фотоколориметрического и фотонейтриметрического анализов. При исследовании веществ, обладающих в растворенном состоянии свойством флуоресцировать под действием ультрафиолетовых лучей, сначала снимают показания гальванометра для ряда стандартных растворов и строят калибровочную кривую зависимости показаний гальванометра от концентрации. Потом анализируют таким же образом исследуемый раствор и по калибровочной кривой находят концентрацию анализируемого вещества.

Для исследования свойств люминесценции особенно пригодны ультрафиолетовые и катодные лучи. Более широко применяют ультрафиолетовые лучи, так как для работы с катодными лучами требуется специально оборудованная лаборатория.

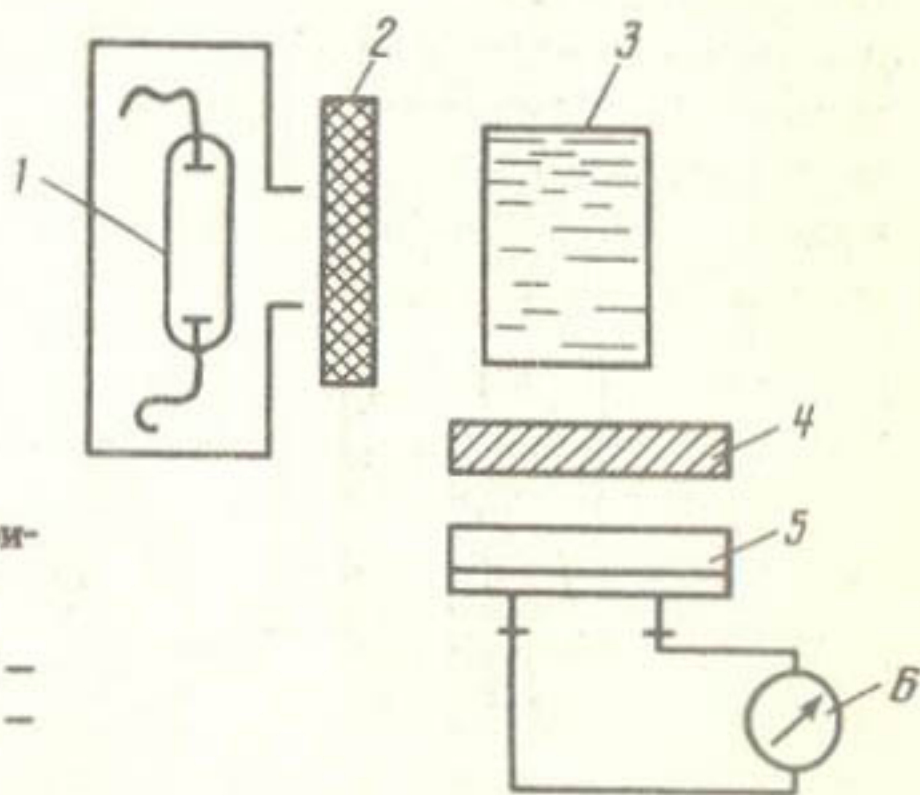


Рис. 2.10. Схема фотоэлектрического флуориметра:

1 — ртутная лампа; 2, 4 — светофильтры; 3 — кварцевая кювета; 5 — фотоэлемент; 6 — гальванометр



Для устранения видимых лучей света перед люминесцентной лампой устанавливают специальный светофильтр. В качестве фильтра обычно используют черное (окрашенное окисью никеля) стекло, прозрачное для близкого ультрафиолета.

При сочетании хроматографического и люминесцентного методов анализа с применением одного универсального реагента на одной хроматограмме можно обнаружить ряд компонентов анализируемой смеси.

Ряд веществ, не люминесцирующих в чистом виде, может люминесцировать в адсорбционном состоянии.

Отечественная промышленность освоила значительное число измерительных приборов, действие которых основано на связи между оптическими свойствами анализируемой пробы и ее составом.

**Рефрактометр РЛ-2.** Предназначен для дискретных и непрерывных измерений разности показателей преломления анализируемой и сравнительной жидких сред, прозрачных в области спектра от 0,4 до 1,0 мкм. Этот прибор можно использовать и для оценки состава и свойств анализируемой среды с обеспечением возможности работы в агрегатной системе вычислительной техники (АСВТ).

Работа рефрактометра основана на дифференциальном оптическом методе измерения разности показателей преломления анализируемой и сравнительной жидких сред, помещенных в кювету типа тройной полый призмы. При изменении показателя преломления анализируемой среды световой пучок, проходящий через кювету, будет отклоняться на угол, пропорциональный этому изменению. Угол отклонения светового пучка измеряют фотоэлектрическим способом, заключающимся в превращении этого угла отклонения специальным обтюратором в изменении временного интервала между двумя переменными напряжениями, снимаемыми с двух фотоприемников.

Для проведения дискретных измерений в комплект рефрактометра должны входить оптико-электронное устройство, цифровой измеритель, блок питания и термостат. Для проведения непрерывных измерений (проточная анализируемая среда) в комплект включают оптико-электронное устройство, аналоговый измеритель, блок питания, потенциометр и термостат.

Универсальность применения рефрактометра обеспечивается следующей комплектацией: оптико-электронное устройство, цифровой измеритель, аналоговый измеритель, блок питания, потенциометр КСП4 и термостат.

Область применения и основные технические данные рефрактометров РЛ-2 приведены в таблице 2.3.

Предел допускаемого значения вариации показаний прибора составляет 0,5 предела допускаемого значения основной приведенной погрешности.

Выходной электрический сигнал при работе с цифровым измерителем — двоично-десятичный код, отображающий пятиразрядное десятичное число, а при работе с аналоговым измерителем — напряжение постоянного тока от 0 до 10 мВ.

Объем измерительной части кюветы — 0,46 мл, сравнительной — 2,85.

Время измерения при дискретном анализе — 15 мин.

Анализируемая среда — двух- или многокомпонентная при изменении концентрации только одного измеряемого компонента и постоянных остальных. Механические примеси и свободная влага отсутствуют. Компоненты смеси — нейтральные и агрессивные, не разрушающие и не вызывающие коррозии стали 12Х18Н9Т, оптического кварцевого стекла и резиновой смеси ИРП 1287.



### 2.3. Область применения и основные технические данные различных модификаций рефрактометров РЛ-2

| Область применения                                       | Модификация | Диапазоны измерений шкалы $\times 10^{-4}$ | Предел допускаемого значения погрешности, % | Цена младшего разряда или деления шкалы $\times 10^{-4}$ | Вид регистрации показаний                                 |
|----------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Выполнение дискретных измерений                          | —           | 0...40                                     | —                                           | 0,001                                                    | Пятизначное цифровое отсчетное устройство                 |
|                                                          | —           | 0...0,5                                    | $\pm 4,0$                                   | 0,001                                                    |                                                           |
|                                                          | —           | 0,5...2,5                                  | $\pm 1,5$                                   | 0,001                                                    |                                                           |
|                                                          | —           | 2,5...22,5                                 | $\pm 1,5$                                   | 0,001                                                    |                                                           |
| Выполнение непрерывных измерений в автоматическом режиме | Г           | 0...40                                     | —                                           | 0,400                                                    | Равномерная шкала потенциометра КСП4, имеющая 100 делений |
|                                                          | И           | 0...0,1                                    | —                                           | 0,001                                                    |                                                           |
|                                                          | 1           | 0...0,5                                    | $\pm 4,0$                                   | 0,005                                                    |                                                           |
|                                                          | 2           | 0...2,0                                    | $\pm 1,5$                                   | 0,020                                                    |                                                           |
|                                                          | 3           | 0...20,0                                   | $\pm 1,5$                                   | 0,200                                                    |                                                           |

#### Характеристики анализируемой среды

|                                                   |              |
|---------------------------------------------------|--------------|
| Оптическая плотность на 1 см просвечиваемого слоя | $\leq 0,12$  |
| Температура, °С                                   | От 20 до 100 |
| Давление, МПа                                     | 0,5          |
| Расход при непрерывных измерениях, мл/ч           | От 3 до 60   |
| Вязкость, Па·с                                    | $\leq 0,2$   |

Питание рефрактометра РЛ-2 — от сети переменного тока напряжением  $220^{+22}_{-33}$  В, частотой  $50 \pm 1$  Гц. Потребляемая мощность — 2,0 кВт·А.

В комплект поставки рефрактометра РЛ-2 входят: оптико-электронное устройство; цифровой измеритель; аналоговый измеритель; блок питания; жидкостный лабораторный термостат СЖМЛ-19/2,5-И1; самопишущий потенциометр КСП4 0...10 мВ класса 0,5 с ручкой для переноса; комплект эксплуатационной документации.

Габаритные размеры оптико-электронного устройства — 615х360х200 мм; цифрового измерителя — 480х370х200; аналогового измерителя — 160х120х90; блока питания — 480х265х200; термостата СЖМЛ-19/2,5-И1 — 386х430х610; потенциометра КСП4 — 400х400х370 мм. Масса оптико-электронного устройства — 55,8 кг; цифрового измерителя — 13,5; аналогового измерителя — 0,6; блока питания — 11,5; термостата СЖМЛ-19/2,5-И1 — 30,0; потенциометра КСП4 — 22,0 кг.

Изготовитель — Департамент химической и нефтеперерабатывающей промышленности Российской Федерации.



**Лабораторные импульсные рефрактометры РИ-01, РИ-02, РИ-03.** Предназначены для единичных и непрерывных измерений разности показателей преломления жидких продуктов в видимой области спектра при коэффициенте пропускания не менее 50 % в слое жидкости 2,5 мм. В основу их действия положен фотоэлектрический способ преобразования углового отклонения светового потока, прошедшего через оптическую кювету, в переменный электрический сигнал, длительность которого пропорциональна этому отклонению. Такое преобразование осуществляется благодаря двойной модуляции светового потока перед оптической кюветой и фотоприемником.

Параметры переменного электрического сигнала измеряет измеритель временных интервалов, с выхода которого снимается постоянное напряжение, пропорциональное значению скважности поступающего сигнала. Преобразованный в измерителе временных интервалов электрический сигнал постоянного напряжения поступает на вход регистрирующего прибора — лабораторного компенсационного самопишущего прибора ЛКС4003.

Рефрактометры РИ-01, РИ-02, РИ-03 отличаются друг от друга диапазонами измерения разности показателей преломления, параметрами прерывателя и оптических элементов.

В комплект рефрактометра входят: рефрактометрический детектор; измеритель временных интервалов; лабораторный компенсационный самопишущий прибор ЛКС4-003; комплект ЗИП; комплект эксплуатационных документов (согласно ведомости).

#### Основные технические данные

Диапазоны измерения разности показателей преломления:

РИ-01

$0 \dots 2 \cdot 10^{-6}$  (индикаторный)

$0 \dots 2 \cdot 10^{-5}$

$0 \dots 2 \cdot 10^{-4}$

РИ-02

$0 \dots 2 \cdot 10^{-5}$

$0 \dots 2 \cdot 10^{-4}$

РИ-03

$0 \dots 2 \cdot 10^{-3}$

$0 \dots 2 \cdot 10^{-4}$

$0 \dots 2 \cdot 10^{-3}$

$0 \dots 2 \cdot 10^{-2}$

Время выхода на режим, ч

2

Дрейф нулевого сигнала за 1 ч, % диапазона измерения:

РИ-01 и РИ-02

$\pm 2,5$

РИ-03

$\pm 1,5$

Флуктуационные помехи нулевого сигнала, % диапазона измерения

1

Основная приведенная погрешность измерения, % диапазона измерения:

РИ-01 и РИ-02

$\pm 2,5$

РИ-03

$\pm 1,5$

Среднее квадратическое отклонение результата наблюдения рефрактометра при 10 измерениях, выполненных в одинаковых условиях, % диапазона измерения:

РИ-01 и РИ-02

0,25

РИ-03

0,75



Изготовитель рефрактометров — Главприбор Российской Федерации.

**Лабораторный универсальный рефрактометр УРЛ.** Предназначен для измерения показателя преломления жидких и твердых веществ и их средней дисперсии с целью определения концентрации растворов. В основу его действия положен метод определения показателя преломления исследуемого вещества по предельному углу преломления или полного внутреннего отражения.

Для обеспечения возможности измерения показателя преломления в пределах 1,2...2,1 и для специальных концентрационных измерений рефрактометр выпускают трех моделей: модель I — для измерения показателя преломления  $n_D$  в пределах 1,2...1,7, средней дисперсии  $n_F - n_C$  и концентрации сухих веществ в растворах по сахарозе; модель II — для измерения показателя  $n_D$  в пределах 1,65...2,1 и средней дисперсии  $n_F - n_C$ ; модель III — для измерения процентного содержания белка и сухого обезжиренного остатка молока (СОМО) в молочных продуктах с высоким содержанием сухих веществ.

#### Основные технические данные

##### Пределы измерений:

по шкале показателей преломления  
по шкале сухих веществ, %

1,2...1,7  $n_D$   
0,95

##### Допустимая погрешность измерений:

по шкале показателей преломления  
по шкале сухих веществ, %  
по средней дисперсии

$\pm 1,10^{-4} n_D$   
 $\pm 0,1$   
 $\pm 2 \cdot 10^{-4}$

##### Сходимость показаний:

по шкале показателей преломления  
по шкале сухих веществ, %

$1 \cdot 10^{-4} n_D$   
0,1

Расход пробы на одно измерение, мл

0,2

Питание — от сети переменного тока:

напряжение, В

$220^{+22}_{-33}$

частота, Гц

$50 \pm 1$

Потребляемая мощность, В·А

$\leq 25$

Габаритные размеры, мм

260x180x400

Масса, кг

$\leq 7,5$

Наработка на отказ за 2500 ч, измерений

$\geq 25000$

##### Условия эксплуатации:

температура окружающего воздуха, °С

10...35

относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %

$\leq 80$

температура поверки и установки нуля-пункта, °С

$20 \pm 0,1$

Изготовитель рефрактометра УРЛ — Главприбор Российской Федерации.

**Рефрактометр ИРФ-457.** Предназначен для измерения показателей преломления прозрачных неагрессивных жидкостей, твердых веществ и изотропных порошков, а также для определения величин, связанных с показателем преломления (дисперсии, коэффициента дисперсии). Принцип его действия основан на явлении



полного внутреннего отражения при прохождении светом границы раздела двух сред с разными показателями преломления. С применением рефрактометра исследуются вещества, показатель преломления которых меньше показателя преломления измерительной призмы.

Если на пути лучей, выходящих из измерительной призмы, поставить зрительную трубу, то нижняя часть поля зрения зрительной трубы будет освещена, а верхняя — будет темной. При этом положение границы света и тени определяется лучом, выходящим из призмы под предельным углом.

Рефрактометр состоит из следующих основных узлов: измерительного блока, включающего в себя элементы визирной и отсчетной системы; осветителя со сменными спектральными источниками света; комплекта сменных измерительных призм; термостатирующего устройства для поддержания заданной температуры измеряемой жидкости; блока питания.

В комплект поставки прибора входят: рефрактометр ИРФ-457; блок питания; измерительные призмы; призмы в оправе; термометры в оправе; термостатирующее устройство; комплект запасных частей; инструмент; принадлежности; техническое описание и инструкция по эксплуатации; паспорт; методические указания по поверке.

#### Основные технические данные

Диапазон измерения показателя преломления:

общий:

на измерительной призме № 1

1,25...2,15

» № 2

1,25...1,55

» № 3

1,45...1,72

» № 4

1,65...1,78

дополнительный

1,70...1,94

основной

1,94...2,15

Предел допускаемого значения погрешности:

по показателю преломления

$\pm 5 \cdot 10^{-5}$

по средней дисперсии

$\pm 1,5 \cdot 10^{-5}$

Температура анализируемой жидкости, °C

10...60

Цена деления отсчетного микроскопа, град

0,001

Питание — от сети переменного тока:

напряжение, В

$220 \pm 22$

частота, Гц

$50 \pm 1$

Источники света

Водородная лампа;  
натриевая лампа;  
гелиевая лампа ЛГГ-1;  
ртутно-кадмиевая лампа

Габаритные размеры, мм:

рефрактометра

395x300x405

блока питания

370x272x135

Масса, кг:

рефрактометра

13,7

блока питания

15,5



**Поляризационный рефрактометр ИРФ-463.** Предназначен для контроля состава и свойств различных прозрачных и поглощающих свет сред по измеряемым показателям преломления. В основу действия прибора положен способ автоматического определения критического угла полного внутреннего отражения света путем контроля поляризационных характеристик света, отраженного от границы раздела исследуемой и известной прозрачной среды.

Конструктивно рефрактометр состоит из следующих основных узлов: коллиматора с осветителем; блока сменных интерференционных светофильтров; поляризационного фильтра; электрохимического модулятора с четвертьволновой пластиной; рефрактометрического блока с призмой и сменной отрицательной линзой; датчика угла с приводом поворотной платформы; узла фотоэлектрического умножителя с вмонтированным предусилителем; электронного блока питания; блока преобразователя напряжения и пульта управления.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                    |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Диапазон измерения показателя преломления исследуемой жидкости $n_D$ при показателях поглощения $X_D = 0...0,02$ : | 1,3...1,7                               |
| общий с кюветой № 1 (стекло БК-10, $n_D = 1,5686$ )                                                                | 1,3...1,5                               |
| с кюветой № 2 (стекло ТФ-4, $n_D = 1,7398$ )                                                                       | 1,5...1,7                               |
| Допускаемая основная погрешность измерения показателей преломления для обоих диапазонов:                           |                                         |
| при $X_D \leq 10^{-3}$                                                                                             | $\pm 3 \cdot 10^{-4}$                   |
| при $10^{-3} < X_D \leq 10^{-2}$                                                                                   | $\pm 8 \cdot 10^{-4}$                   |
| Рабочие длины волны, нм                                                                                            | $485 \pm 5$ ; $589 \pm 5$ ; $656 \pm 5$ |
| Цена наименьшего разряда отсчетного устройства, град                                                               | 0,001                                   |
| Сходимость показаний:                                                                                              |                                         |
| при $X_D \leq 10^{-3}$                                                                                             | $\pm 1,5 \cdot 10^{-4}$                 |
| при $10^{-3} < X_D \leq 10^{-2}$                                                                                   | $\pm 4,0 \cdot 10^{-4}$                 |
| Питание рефрактометра — от сети переменного тока:                                                                  |                                         |
| напряжение, В                                                                                                      | $220 \pm 22$                            |
| частота, Гц                                                                                                        | $50 \pm 1$                              |
| Потребляемая мощность, В·А                                                                                         | 200                                     |
| Наработка на отказ рефрактометра, ч                                                                                | 1000                                    |
| Установленный срок службы, лет                                                                                     | 3                                       |
| Габаритные размеры без термометра, мм                                                                              | 405x320x338                             |
| Масса, кг                                                                                                          | 28,0                                    |

**Прибор контроля чистоты жидкости ПКЖ-902.** Предназначен для контроля степени очистки жидкости путем определения числа частиц, содержащихся в единице ее объема. Измерения и регистрацию числа частиц проводят одновременно в пяти диапазонах размеров частиц. Принцип его действия заключается в преобразовании импульсов света, отраженного от частиц загрязнителя, движущихся с потоком жидкости через фотоэлектрический датчик, в импульсы напряжения, проведении амплитудного анализа этих импульсов по пяти размерным диапазонам и дальнейшей цифровой индикации числа импульсов одновременно по всем диапазонам.



Прибор ПКЖ-902 состоит из фотоэлектрического датчика, включающего в себя осветитель, фотоэлектронный умножитель, оптическую систему и гидравлический тракт с камерой анализа, амплитудного анализатора, счетчиков импульсов и цифрового индикатора. Все его узлы размещены в одном блоке, на передней панели которого находятся цифровые индикаторы, кнопки "ПУСК" и "СТОП", световой индикатор включения и выключения сети. На правой боковой панели закреплена камера анализа с гидрокраном и входным и выходным отверстиями гидротракта. Для измерений загрязненности в отдельных пробах жидкости предусмотрена специальная воронка, подсоединяемая к входному отверстию гидротракта.

Электрическая схема прибора собрана на интегральных микросхемах, диодах и транзисторах.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                                         |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Вязкость контролируемой жидкости при температуре 20 °С, $\text{м}^2/\text{с}$                                                                           | $50 \cdot 10^{-6}$ |
| Пределы измерения числа частиц жидкости в объеме 100 $\text{см}^3$                                                                                      | 150...15 000       |
| Число размерных диапазонов                                                                                                                              | 5                  |
| Основная допускаемая относительная погрешность измерений при расходе контролируемой жидкости через прибор $400^{+0}_{-40}$ $\text{см}^3/\text{мин}$ , % | $\pm 30$           |
| Время непрерывной работы, ч                                                                                                                             | 8                  |
| Масса, кг                                                                                                                                               | 9,5                |

**Прибор контроля чистоты жидкости ПКЖ-904.** Предназначен для контроля чистоты жидкости путем определения числа частиц, содержащихся в единице ее объема. Принцип его действия заключается в преобразовании импульсов света, отраженного от частиц загрязнителя, движущихся с потоком жидкости через фотоэлектрический датчик, в импульсы напряжения, проведении амплитудного анализа этих импульсов по шести размерным диапазонам и дальнейшей цифровой индикации числа импульсов одновременно по всем диапазонам и пяти сигнализаторам "Уровень загрязненности".

Функционально прибор состоит из фотоэлектрического датчика, включающего в себя осветитель и фотоприемник, гидравлический тракт с камерой анализа, амплитудного анализатора, счетчика импульсов, цифрового индикатора и сигнализатора уровня загрязненности жидкости. Все его узлы размещены в одном блоке, на передней панели которого находятся следующие элементы и органы управления: кнопки "ПУСК" и "СТОП", кнопки отключения диапазонов 5...10, 10...25  $\text{мкм}$ , разъем связи с ЭВМ и разъем для вывода контрольных напряжений. На верхней панели прибора расположены: цифровое табло, индикаторный элемент сигнализатора превышения верхнего предела измерения числа частиц, индикатор "ИЗМЕРЕНИЕ", индикаторы сигнализатора уровня загрязненности жидкости. На задней панели прибора находятся: однопозиционный предохранитель, клемма заземления, тумблер "СЕТЬ", а также закреплена камера анализа.

Электрическая схема прибора собрана на интегральных микросхемах, диодах и транзисторах.



## Основные технические данные

|                                                                                                                                                    |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Пределы измерения числа частиц в $100 \text{ см}^3$ жидкости                                                                                       | 150...150 000     |
| Основная допускаемая относительная погрешность измерений при расходе контролируемой жидкости через прибор $100 \pm 10 \text{ см}^3/\text{мин}$ , % | $\pm 30$          |
| Давление рабочей жидкости в течение 5 мин, МПа                                                                                                     | $\leq 0,5$        |
| Вязкость анализируемой жидкости, мПа·с                                                                                                             | 50                |
| Общее число частиц размером свыше 5 мкм                                                                                                            | $\leq 4800000$    |
| Число размерных диапазонов                                                                                                                         | 6                 |
| Напряжение питания, В                                                                                                                              | $220^{+22}_{-22}$ |
| Время непрерывной работы, ч                                                                                                                        | 8                 |
| Масса, кг                                                                                                                                          | 3,5               |

**Микропроцессорный анализатор дисперсного состава суспензий ФС-180.** Предназначен для определения количества частиц, взвешенных в жидких средах, и дисперсного состава. Принцип его действия заключается в фотометрировании импульсного изменения излучения в направлении освещающего светового потока в моменты пересечения частицами исследуемой среды просвечиваемой (счетной) зоны проточной кюветы. Значение импульсного изменения излучения пропорционально площади сечения частицы и плоскости, перпендикулярной оптической оси. Изменение светового потока регистрируется фотоприемником и трансформируется им в электрические импульсы, которые после соответствующего усиления поступают на электронный блок. Информация о канальном распределении частиц выводится на цифropечатающее устройство.

Зависимость показаний анализатора от численной концентрации частиц до концентрации  $2,5 \cdot 10^3 \text{ см}^{-3}$  — линейная.

Анализатор выполнен в виде четырех блоков — оптического, электронного, дозатора и мешалки. В комплект поставки входят: анализатор дисперсного состава суспензий ФС-180; многоканальный амплитудный анализатор АИ-16 с цифropечатающим устройством типа "Минирег-101" (поставляется в комплекте с ЗИП и ТО); комплект запасных частей; паспорт; методика поверки.

## Основные технические данные

|                                                                    |                      |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Диапазон измерений числа регистрируемых частиц                     | $0...2,5 \cdot 10^5$ |
| Число каналов регистрации различных размерных групп — частиц       | 16                   |
| Основная приведенная погрешность по числу регистрируемых частиц, % | $\pm 3$              |
| Диапазон размеров регистрируемых частиц, мкм                       | 2,5...250            |
| Относительная погрешность калибровки порогов регистрации, %        | $\pm 5$              |
| Перестраиваемый объем дозируемой пробы, $\text{см}^3$              | До 100               |
| Допускаемая погрешность дозирования пробы, %                       | 2                    |
| Средняя наработка на отказ, ч                                      | Не менее 11 000      |
| Средний срок службы, лет                                           | 8                    |



**Переносной фотоколориметр ФК-110.** Предназначен для определения содержания количества аммония, железа, никеля, цинка, ртути, сульфатов, хлоридов, фторидов, сульфидов, фосфатов, нитратов, нитритов, шестивалентного хрома, ХПК, СПАВ и формальдегида в поверхностных и сточных водах. Принцип действия прибора заключается в измерении ослабления интенсивности видимого света при прохождении его через исследуемый раствор.

Оптическая схема фотоколориметра состоит из источника света, объектива, фильтра, кюветы, шторки фотоприемника. В качестве фотоприемника применен фотоэлемент. Усилитель собран на микромодулях.

Прибор снабжен набором светофильтров в диапазоне спектра от 400 до 700 нм и набором кювет. В комплект его входит сетевой блок питания.

#### Основные технические данные

Пределы измерения:

|                        |            |
|------------------------|------------|
| по светопропусканию, % | 2...100    |
| по концентрации, мг/л: |            |
| $\text{NH}_4^+$        | 0,5...10   |
| $\text{Fe}^{2+}$       | 0,5...10   |
| $\text{Ni}^{2+}$       | 0,1...10   |
| $\text{Zn}^{2+}$       | 0,3...3    |
| $\text{Cu}^{2+}$       | 0,1...1    |
| $\text{Hg}^{2+}$       | 0,02...0,8 |
| $\text{SO}_4^{2-}$     | 100...500  |
| $\text{Cl}^-$          | 3...500    |
| $\text{F}^-$           | 0,2...4    |
| $\text{CH}_2\text{O}$  | 0,1...1    |
| ХПК                    | 50...500   |
| СПАВ                   | 0,03...0,8 |

|                                                         |             |
|---------------------------------------------------------|-------------|
| Основная приведенная погрешность по светопропусканию, % | $\pm 2$     |
| Температура исследуемого раствора, °C                   | 0,1...35    |
| Габаритные размеры, мм                                  | 355x157x112 |
| Масса, кг                                               | 3,3         |

**Переносной фотоколориметр ФК-120.** Предназначен для определения коэффициента пропускания или оптической плотности обработанных химическими реактивами проб поверхностных и сточных вод в полевых условиях и условиях плавсредств. Принцип его действия заключается в измерении интенсивности светового потока после прохождения через кювету с исследуемым раствором.

Прибор включает: фотоколориметр, состоящий из смонтированного на каркасе узла фотометра с кассетами и кюветой, узла фотоприемника со светофильтром, расположенной внутри корпуса печатной платой с элементами электрической схемы преобразования сигнала и индикации; автономный блок питания; сетевой блок питания; принадлежности, уложенные в чемодан.



В комплект поставки входят: фотоколориметр; блок автономного питания; блок сетевого питания; комплект запасных частей; семь интерференционных светофильтров со свидетельством 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7; три нейтральных светофильтра со свидетельством 1, 2, 3; две кюветы с базой 10 мм, две — с базой 20 мм; две — с базой 30 мм; две кюветы с базой 50 мм; кассета; четыре платы; две плавкие вставки; два фотоэлемента Ф41С; чемодан № 48 (модель 10а); паспорт; методические указания по поверке.

Поверку фотоколориметра проводят по методическим указаниям, входящим в комплект поставки. При поверке применяют нейтральные светофильтры 1Е2.220.237, аттестованные в качестве образцовых, и нейтральные светофильтры № 1, 4, 7 из комплекта поставки.

#### Основные технические данные

Диапазоны измерения при толщине просвечиваемого слоя до 50 мм:

|                                                         |                                       |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| по оптической плотности, Б                              | 0...2                                 |
| по коэффициенту пропускания, %                          | 2...10                                |
| Индикация результатов измерения                         | Цифровая                              |
| Основная приведенная погрешность по светопропусканию, % | $\pm 2$                               |
| Температура контролируемой воды, °С                     | $\leq 35$                             |
| Питание фотоколориметра                                 | Автономное от 10 элементов типа А 343 |
| Средний срок службы, лет                                | 8                                     |
| Среднее время восстановления, мин                       | $\leq 60$                             |
| Габаритные размеры, мм:                                 |                                       |
| фотоколориметра                                         | 210x160x70                            |
| автономного блока питания                               | 270x33x70                             |
| сетевого                                                | 68x68x58                              |

**Лабораторный фотометр ЛМФ-72М.** Предназначен для измерения коэффициента пропускания и оптической плотности жидких растворов и твердых тел. Его можно применять для определения концентрации органических и неорганических веществ в растворах по градуировочным графикам или сравнением с раствором известной концентрации, а также как индикатор при проведении нефелометрического и флуорометрического анализов.

Фотометр выполнен по однолучевой двухканальной оптической схеме с модуляцией светового потока. Спектральный интервал выделяется с помощью 10 интерференционных и двух абсорбционных светофильтров.

Выходной сигнал может быть пропорционален как коэффициенту пропускания, так и оптической плотности. Показания снимают со шкалы микроамперметра типа М2000.

Прибор выполнен в настольном корпусе, внутри которого размещены элементы электрической и оптической схемы.



## Основные технические данные

|                                                                                            |                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Спектральный диапазон измерений, нм                                                        | 365...750                                                        |
| Длины волн в максимуме пропускания фильтров, нм                                            | 400; 420; 490; 540;<br>560; 600; 620; 670;<br>720; 750; 365; 490 |
| Пределы измерения:                                                                         |                                                                  |
| коэффициента пропускания, %                                                                | 0...100                                                          |
| оптической плотности, Д                                                                    | 0...0,5; 0...1,0                                                 |
| Основная абсолютная погрешность измерения коэффициента пропускания, %                      | 1                                                                |
| Допускаемая случайная составляющая погрешность:                                            |                                                                  |
| по коэффициенту пропускания, %                                                             | 0,3                                                              |
| по оптической плотности*, Д                                                                | 0,3                                                              |
| Выходные сигналы, напряжения постоянного тока:                                             |                                                                  |
| В                                                                                          | 0...2                                                            |
| мВ                                                                                         | 0...100                                                          |
| Питание — от сети переменного тока:                                                        |                                                                  |
| напряжение, В                                                                              | 220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub>                                |
| частота, Гц                                                                                | 50 ± 1                                                           |
| Потребляемая мощность, В·А                                                                 | ≤ 100                                                            |
| Условия эксплуатации:                                                                      |                                                                  |
| температура воздуха, °С                                                                    | 10...35                                                          |
| относительная влажность воздуха, %                                                         | ≤ 80                                                             |
| отсутствие источников электромагнитных полей, агрессивных паров и газов, тряски и вибрации |                                                                  |
| Габаритные размеры, мм                                                                     | 500x260x485                                                      |
| Масса, кг                                                                                  | 20                                                               |

\* Допускаемое значение основной абсолютной погрешности измерения оптической плотности определяют по формуле

$$\Delta D = \pm 0,43 / T,$$

где  $T$  — коэффициент пропускания в данной точке шкалы.

**Спектрофотометр СФ-26.** Это однолучевой прибор с призмным монохроматором по автоколлимационной схеме, предназначенный для измерения коэффициентов пропускания твердых и жидких прозрачных веществ в области спектра от 190 до 1100 нм. Измерения осуществляют по методу электрической автокомпенсации. В монохроматический поток излучения поочередно вводят контрольный и измеряемый образцы. При введении в поток излучения контрольного образца стрелка измерительного прибора устанавливается на отметку шкалы 100 %, а при введении измеряемого образца — отклоняется пропорционально изменению потока. Числовое значение коэффициента пропускания измеряемого образца отсчитывают по шкале встроенного микроамперметра М2000.3.



В спектрофотометре используются два источника излучения: дейтериевая лампа в области спектра от 186 до 350 нм и лампа накаливания в области спектра от 340 до 1100 нм; два приемника излучения – сурьмяноцезиевый фотоэлемент с кварцевым стеклом для области спектра от 186 до 650 нм и кислородно-цезиевый фотоэлемент для области спектра от 600 до 1100 нм. В конструкции прибора предусмотрен выход для подключения цифрового вольтметра.

В комплект поставки спектрофотометра СФ-26 варианта Ю-34.11.617 входят: шесть кювет К10; держатель твердых образцов; держатель прямоугольных кювет; рамка; светофильтр УФС-2; комплект из четырех нейтральных светофильтров; комплект из диафрагм; коробка с силикагелем; три лампы КМ24-35; три лампы ОП33-0,3; семь ламп ДДС-30; лампа ДРГС-12; транзистор П214Г; два транзистора П217В; два предохранителя ПМ-0,5; соединительный шнур; комплект инструмента; укладочный ящик № 1; укладочная коробка; техническое описание и инструкция по эксплуатации; паспорт спектрофотометра СФ-26; паспорт измерительного прибора С20003.

В комплект спектрофотометра СФ-26 варианта Ю-34.11.617-07 дополнительно включают: цифровой вольтметр Ц1312; техническое описание и инструкцию по эксплуатации; паспорт цифрового вольтметра Ц1312.

#### Основные технические данные

|                                                                           |             |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Рабочий диапазон длин волн, нм                                            | 190...1100  |
| Допускаемая погрешность градуировки шкалы длин волн, нм:                  |             |
| 186...300                                                                 | 0,1         |
| 300...350                                                                 | 0,2         |
| 350...400                                                                 | 0,3         |
| 400...550                                                                 | 0,5         |
| 550...1000                                                                | 1,0         |
| 1000...1100                                                               | 4,0         |
| Пределы измерения коэффициентов пропускания, %                            | 3...100     |
| Допускаемая абсолютная погрешность измерения коэффициентов пропускания, % | 1           |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение, %                          | 0,25        |
| Время установления показаний, с                                           | 10          |
| Выделяемый спектральный интервал (нм) для длины волны, нм:                |             |
| 186                                                                       | 1,2         |
| 350                                                                       | 1,5         |
| 600                                                                       | 8,5         |
| 1100                                                                      | 35,8        |
| Рассеянное излучение при 200 нм, %                                        | 1           |
| Время прогрева, ч                                                         | 1           |
| Габаритные размеры, мм                                                    | 930x590x280 |
| Масса, кг                                                                 | 75          |

Допускаемая дополнительная погрешность шкалы длин волн при изменении температуры воздуха от 15 до 10 °С и от 25 до 35 °С равна по значению допускаемой основной погрешности после корректировки по длине волны 546,1 нм.

Изготовитель – Санкт-Петербургское оптико-механическое объединение.



**Спектрофотометр СФ-39.** Предназначен для определения спектральных коэффициентов пропускания и оптической плотности жидких и твердых прозрачных веществ в спектральном диапазоне от 190 до 750 нм. В основу его работы положен принцип измерения отношения двух световых потоков: прошедшего через исследуемый образец и прошедшего через образец сравнения. Из осветителя световое излучение проникает в монохроматор, где разлагается в спектр. Монохроматическое излучение из входной щели монохроматора попадает на зеркальное светоделительное устройство, которое попеременно направляет световой пучок по двум каналам кюветного отделения: в одном из каналов помещается исследуемый образец, в другом — образец сравнения. Затем световые пучки проникают в приемный блок и попеременно попадают на чувствительную площадку фотоэлектронного приемника.

Напряжение, снимаемое с приемника, усиливается, преобразуется и поступает на устройство, регистрирующее отношение двух напряжений. Регистрация осуществляется по двухлучевой схеме при постоянном уровне сигнала сравнения на выходе усилителя. Значения измеренных величин высвечиваются на цифровом табло и регистрируются на бланках самопишущего прибора и телеграфного аппарата.

Измеренные величины обрабатываются по специальным программам с помощью встроенной в спектрофотометр управляющей микроЭВМ.

Прибор построен по агрегатно-модульному принципу и состоит из следующих частей, смонтированных на общем основании: осветителя, монохроматора, делителя, кюветного отделения, приемного блока, блока питания, стабилизатора, вычислительной машины.

В комплект поставки входят: спектрофотометр СФ-39; самопишущий прибор; телеграфный аппарат; комплекты запасных частей, инструмента и принадлежностей, технической документации.

#### Основные технические данные

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| Спектральный диапазон, нм | 190...750 |
|---------------------------|-----------|

Допускаемая основная абсолютная погрешность измерения:

|                                        |         |
|----------------------------------------|---------|
| спектральных коэффициентов пропускания | $\pm 1$ |
|----------------------------------------|---------|

в диапазоне от 3 до 100 % в спектральном диапазоне от 190 до 750 нм, %

оптической плотности в диапазоне от 0 до 2 в спектральном диапазоне от 190 до 750 нм

$$\pm \left( \frac{0,43}{\tau_{\text{оси}}} + 0,005 \right),$$

где  $\tau_{\text{оси}}$  — спектральный коэффициент пропускания оси образцового средства измерения, %

|                                                                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Допускаемая погрешность отсчетного устройства и механизма установки длин волн в спектральном диапазоне от 190 до 750 нм, нм | $\pm 0,5$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Допускаемое среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности:

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| спектрофотометра при измерении спектральных коэффициентов пропускания, % | $\pm 0,2$ |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|



|                                             |              |
|---------------------------------------------|--------------|
| отсчетного устройства и механизма установки | $\pm 0,25$   |
| длин волн, нм                               |              |
| Габаритные размеры, мм                      | 1250x650x420 |
| Масса, кг                                   | 130          |

**Спектрофотометр СФ-46.** Предназначен для определения коэффициентов пропускания твердых и жидких прозрачных веществ в области спектра от 190 до 1100 нм. В основу его работы положен принцип измерения отношения двух световых потоков — прошедшего через исследуемый образец и падающего на исследуемый образец (или прошедшего через контрольный образец). Встроенный микропроцессор упрощает процесс измерения и обеспечивает определение спектральных коэффициентов пропускания, вычисление оптической плотности и концентрации растворов.

Все узлы спектрофотометров СФ-46 расположены на едином основании и закрыты соответствующими кожухами. Управление прибором осуществляется с помощью клавиатуры и рукояток, расположенных на передней панели. Источники и приемники излучения те же, что и в приборе СФ-26. Первый источник излучения — дейтериевая лампа в области спектра от 186 до 350 нм; второй — лампа накаливания в области спектра от 340 до 1100 нм. Первый приемник излучения — сурьмяноцезиевый фотоэлемент с кварцевым стеклом для области спектра от 186 до 650 нм и кислородно-цезиевый фотоэлемент для области спектра от 600 до 1100 нм.

В спектрофотометре СФ-46 обеспечены следующие режимы работы: измерение пропускания  $T$ , оптической плотности  $A$ , концентрации  $C$ , скорости изменения оптической плотности  $\Delta A/\Delta t$ . Принцип измерений — общий для всех однолучевых спектрофотометров.

#### Основные технические данные

|                                                                                    |             |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Спектральный диапазон, нм                                                          | 190...1100  |
| Допускаемая основная абсолютная погрешность измерения коэффициентов пропускания, % | 1           |
| Уровень мешающего излучения при длине 220 нм, %                                    | 0,2         |
| Отклонение показаний длин волн от действительных значений длин волн, мм            | 0,5         |
| Габаритные размеры, мм                                                             | 940x300x600 |
| Масса, кг                                                                          | 60          |
| Время установления показаний, с                                                    | 10          |
| Время прогрева, ч                                                                  | 1           |

**Спектрофотометр "Спекорд М40".** Предназначен для определения коэффициентов пропускания, оптической плотности или химического состава проб в спектральном диапазоне длин волн от 185 до 900 нм. Принцип его действия заключается в спектральном разложении и сравнении измеряемого потока излучения с эталонным.

Прибор имеет два источника излучения: дейтериевую лампу для УФ-области спектра и галогенную лампу для видимой области спектра.



После спектрального разложения в соответствующих монохроматорах используемое для измерения монохроматическое излучение попадает через выходную щель в фотометрическую систему, где с помощью модулятора преобразуется в переменный световой поток. Этот световой поток направляется через вращающееся зеркало попеременно в канал сравнения и канал исследуемого образца, а затем фокусируется на приемник излучения 11-каскадного ФЭУ. Соответствующие двум каналам сигналы подвергаются аналого-цифровому преобразованию и затем индусируются на табло, печатаются или регистрируются на самописце.

Спектрофотометр включает в себя управляемый ЭВМ самописец для регистрации спектров на рулон диаграммной бумаги или листы, цифровое табло для индикации измеренных величин и встроенное печатающее устройство для выдачи протоколов измерений (программ). Прибор имеет двойной дифракционный монохроматор в ультрафиолетовой области спектра и одинарный дифракционный монохроматор в видимой и близкой к ИК-области спектра (до 900 нм).

Ввод измеряемых параметров осуществляется через клавиши на пульте управления. Управление всеми функциями прибора, в том числе коррекция сто-процентной линии и электрической нулевой точки, а также образование спектров осуществляются автоматически с помощью микроЭВМ.

С помощью встроенного печатающего устройства на "Спекорд М40" можно получать компактные протоколы и программы измерений.

#### Основные технические данные

|                                                                 |                         |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Спектральный диапазон, $\text{см}^{-1}$ (нм)                    | 5400...1100 (185...900) |
| Допускаемая погрешность волнового числа, $\text{см}^{-1}$ (нм): |                         |
| при 54 000 $\text{см}^{-1}$                                     | $\pm 10$ (0,03)         |
| при 11 000 $\text{см}^{-1}$                                     | $\pm 3$ (0,25)          |
| Воспроизводимость волнового числа, $\text{см}^{-1}$ (нм):       |                         |
| при 54 000 $\text{см}^{-1}$                                     | $\pm 5$ (0,02)          |
| при 11 000 $\text{см}^{-1}$                                     | $\pm 1,5$ (0,1)         |
| Допускаемая погрешность фотометрирования при $D = 1$            | $\pm 0,005$             |
| Воспроизводимость фотометрирования при $D = 1$                  | $\pm 0,002$             |
| Светорассеяние, %                                               | 0,01                    |
| Разрешающая способность, $\text{см}^{-1}$ (нм):                 |                         |
| при 40 000                                                      | 10 (0,06)               |
| при 20 000                                                      | 5 (0,12)                |
| Потребляемая мощность, кВт·А                                    | 1                       |
| Габаритные размеры, мм                                          | 1420x630x430            |
| Масса, кг                                                       | 120                     |

Изготовитель — Предприятие "Карл Цейсс Йена" (Германия).

**Автоматический спектрофотометр С-604.** Это двухлучевой прибор с одним фотоприемником, модуляцией потока излучения и непосредственным отсчетом, предназначенный для определения коэффициента пропускания и оптической плотности растворов и твердых тел. Измерения проводятся относительно анализируемого раствора с максимальной ожидаемой концентрацией.

Базовая оптическая схема спектрофотометра предусматривает проведение



люминесцентного и нефелометрического анализа по двухлучевой схеме с монохроматизацией первичного излучения.

В комплект поставки входят: оптический блок; блок питания; соединительный шнур; комплект запасных частей; комплект сменных частей; комплект инструмента и принадлежностей; паспорт; методические указания по поверке.

Прибор является восстанавливаемым изделием.

Принятый закон распределения времени безотказной работы — экспоненциальный.

#### Основные технические данные

|                                                            |                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Спектральный диапазон, нм                                  | 250...830                                                                                                                  |
| Предел допускаемого отклонения длин волн, нм               | $\pm 1$                                                                                                                    |
| Диапазон измерений:                                        |                                                                                                                            |
| коэффициента пропускания, %                                | 3...100                                                                                                                    |
| оптической плотности                                       | 3...1,5                                                                                                                    |
| Допускаемая основная абсолютная погрешность при измерении: |                                                                                                                            |
| коэффициента пропускания, %                                | $\pm 1$                                                                                                                    |
| оптической плотности                                       | $\pm 0,8/T_d$ ,<br>где $T_d$ — значение коэффициента пропускания, соответствующее значению измеряемой оптической плотности |

**Спектрофотометр "Спекол 11".** Это однолучевой спектральный прибор с цифровой индикацией, оснащенный микропроцессорной техникой, обеспечивающей автоматическую установку степени усиления, нулевой точки пропускания, нулевой точки экстинкции, индикацию ошибок при неправильном обслуживании, быструю обработку результатов измерения с четырехразрядной цифровой индикацией конечных результатов. Он предназначен для определения коэффициентов пропускания, оптической плотности, флуоресценции, помутнения, концентрации диффузного отражения, активности ферментов титрования жидких веществ в спектральном диапазоне от 340 до 850 нм.

Принцип действия спектрофотометра заключается в спектральном разложении и сравнении измерительного потока излучения, прошедшего через эталонный и исследуемый образцы и фиксируемого приемником излучения. Напряжение снимается с приемника, усиливается, преобразуется и индуцируется на табло. Предусмотрено подключение автоматического устройства для смены проб и распечатка результатов измерений ленточным печатающим аппаратом.

Поверку спектрофотометра осуществляют с помощью образцового набора светофильтров КС-100 или КС-101.



## Основные технические данные

|                                                           |                    |
|-----------------------------------------------------------|--------------------|
| Спектральный диапазон, нм                                 | 340...850          |
| Точность установки длин волн, нм                          | $\pm 1$            |
| Воспроизводимость установки длин волн, нм                 | 0,2                |
| Уровень мешающего излучения при 340 нм, %                 | 0,5                |
| Фотометрическая точность                                  | 1,0 (при $E = 1$ ) |
| Диапазон измерения оптической плотности                   | -2...2             |
| Потребляемая мощность, В·А:                               |                    |
| прибором                                                  | 90                 |
| блоком питания                                            | 170                |
| Габаритные размеры прибора с измерительной приставкой, мм | 340x460x350        |
| Масса, кг:                                                |                    |
| прибора                                                   | 18,0               |
| блока питания                                             | 10,5               |

Изготовитель — Предприятие "Карл Цейсс Йена" (Германия).

**Спектрофотометры "Спекол 200", "Спекол 210-211-220-221".** Предназначены для определения спектральных коэффициентов пропускания, оптической плотности, концентрации, кинетической активности ферментов жидких веществ в диапазоне от 335 до 800 нм. Принцип их действия заключается в спектральном разложении и сравнении измерительного потока излучения, прошедшего через исследуемую и эталонную пробы. Исходящий от источника излучения (галогенная лампа 6 В, 20 Вт) световой поток направляется в монохроматор. Выделенный монохроматором пучок лучей сначала попадает в кюветный отсек прибора, а после прохождения через находящуюся там пробу — на фотоэлемент, который дает пропорциональный световому потоку фототок, усиливаемый и демодулируемый аналоговым усилителем. Постоянный электрический сигнал усилителя подается как на выход для подключения самописца, так и на аналого-цифровой преобразователь. Полученный дискретный сигнал обрабатывается цифровым вычислительным блоком в зависимости от состояния арретирных кнопок *R*, *T*, *E*, *C* (с сигнализирующими эти состояния люминесцентными диодами).

При нажатой кнопке *R* (эталон) сигнал сравнения вводится в момент индикации результата (автоматически по тактовому циклу или однократно по вызову кнопкой) в память и делится на приборную константу *K*, которая обеспечивает показание, пропорциональное мощности падающего на фотоэлемент излучения. Пучок лучей в момент ввода сигнала сравнения в память проходит через эталонную пробу, а в момент деления сигнала измерений на содержание памяти — через исследуемую пробу.

Спектрофотометры "Спекол 200" снабжены измерительными насадками (термостатируемыми и нетермостатируемыми) с отсасывающей кюветой, управляемой как вручную, так и с автоматической сменой проб. Замена вещества осуществляется с помощью специального насоса. Необходимое для этого автоматическое загрузочное устройство управляет засасыванием пробы, процессом промывки между измерениями, а также выдачей результатов анализа.

Поверку спектрофотометров выполняют с помощью образцового набора светофильтров КС102.



## Основные технические данные

|                                            |             |
|--------------------------------------------|-------------|
| Спектральный диапазон, нм                  | 335...800   |
| Диапазон измерения оптической плотности    | -1...3      |
| Точность установки длин волн, нм           | $\pm 1$     |
| Уровень мешающего излучения при 340 нм     | 0,12        |
| Фотометрическая точность (при $E = 1$ ), % | 0,5         |
| Воспроизводимость установки длин волн, нм  | 0,2         |
| Потребляемая мощность, В·А                 | 120         |
| Габаритные размеры, мм                     | 560x210x360 |
| Масса, кг                                  | 22          |

Изготовитель — Предприятие "Карл Цейсс Йена" (Германия).

**Прибор "ЛИКА-71А".** Представляет собой инфракрасный фотометрический абсорбциометр, построенный по однолучевой двухволновой фазометрической схеме с одним источником и одним приемником излучения. Он предназначен для определения содержания нефтепродуктов в четыреххлористом углероде. Его можно применять для определения суммарного содержания нефтепродуктов в сточных водах.

В основу работы прибора положен фотометрический метод спектрального анализа. Принцип его действия заключается в измерении поглощения нефтепродуктами инфракрасного спектра излучения на длине волны 3,417 мкм ( $2926 \text{ см}^{-1}$ ). В качестве сравнительной выбрана длина волны 3 мкм ( $3330 \text{ см}^{-1}$ ).

Прибор может измерять пропускание инфракрасного излучения только через истинный раствор. В сточных водах нефтепродукты содержатся в виде эмульсий, поэтому возникает необходимость извлечь их из воды экстрагентом (четыре-хлористым углеродом), в котором они полностью растворяются. Для этой цели можно использовать как ручную, так и автоматическую экстракцию с помощью любого механического экстрактора.

В приборе применен фазометрический принцип измерения светопропускания, позволяющий получить отношение двух сигналов (интенсивности двух световых лучей) электрическим способом.

Прибор конструктивно выполнен в виде отдельного блока, который устанавливают на столе.

В комплект поставки входят: абсорбциометр, стабилизатор напряжения С-0,16, монтажные провода, комплект ЗИП.

## Основные технические данные

|                                                                               |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Пределы измерения содержания нефтепродуктов в четыреххлористом углероде, мг/л | 5...1000           |
| Диапазоны измерения, мг/л                                                     | 5...100; 50...1000 |
| Допускаемая основная приведенная погрешность прибора, % диапазона измерения   | $\pm 5$            |



|                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Время одного измерения, мин         | ≤ 3                                 |
| Питание от сети переменного тока:   |                                     |
| напряжение, В                       | 220 <sup>+10</sup> <sub>-15</sub> % |
| частота, Гц                         | 50                                  |
| Потребляемая мощность, В·А          | 150                                 |
| Температура окружающего воздуха, °С | 10...35                             |

**Автоматический анализатор содержания нефти в воде СП58.** Предназначен для периодического измерения содержания нефтепродуктов в технологических, сточных и очищенных водах. В основу его действия положен экстракционно-фотометрический метод количественного анализа в инфракрасной области спектра на длине волны 3,42 мкм, соответствующей полосе поглощения нефтепродуктов. В качестве экстрагента используют четыреххлористый углерод.

Анализатор представляет собой функциональный комплекс, состоящий из пробоподготовительного блока, регенератора, преобразователя, распределителя, программатора, формирователя, выпрямителя и вторичного прибора. Для выполнения измерений реализуются следующие операции: забор и дозирование пробы воды из контролируемого потока в экстрактор; дозирование экстрагента в экстрактор; экстрагирование пробы, отстой экстракта; удаление из экстракта полярных веществ; подача экстракта в измерительную кювету преобразователя; слив остатков экстракта в регенератор; выработка в преобразователе электрического сигнала, пропорционального поглощению нефтепродуктов в четыреххлористом углероде; выработка электрического сигнала в формирователе, пропорционального содержанию нефтепродуктов в воде.

Анализатор выпускают в следующих модификациях: АИП 2.840.037, диапазон измерения 0...1 мг/дм<sup>3</sup>; АИП 2.840.037-01, диапазон измерения 0...10 мг/дм<sup>3</sup>; АИП 2.840.037-02, диапазоны измерения 0...100 и 0...500 мг/дм<sup>3</sup>.

В комплект поставки входят: формирователь; выпрямитель; преобразователь; распределитель; генератор; два сливных бака; электронный программатор ПЭ; автоматический потенциометр КСП2-006; комплект изделий по ведомости ЗИП; комплект эксплуатационной документации на пробоподготовительный блок БПП-2000 (для исполнения АИП 2.840.037); пробоподготовительный блок БПП-200 (для исполнения АИП 2.840.037-01); два пробоподготовительных блока БПП-20 (для исполнения АИП 2.840.037-02).

#### Основные технические данные

|                                                  |                                 |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|
| Диапазон измерений, мг/дм <sup>3</sup>           | 0...1; 0...10; 0...100; 0...500 |
| Допускаемая основная приведенная погрешность, %: |                                 |
| для диапазона 0...1 мг/дм <sup>3</sup>           | ± 20                            |
| для остальных диапазонов                         | ± 15                            |
| Цикл измерений, мин                              | 40...20                         |
| Вероятность безотказной работы $P_{1000}$        | 0,8                             |
| Средний срок службы, лет                         | 6                               |



**Переносной концентратомер нефти КНП-101.** Предназначен для определения объемной доли нефти в воде. Его применяют на судах речного и морского флота, береговых контрольных служб, в лабораториях очистных сооружений.

Принцип действия концентратомера заключается в измерении абсорбции раствора нефти в четыреххлористом углероде на длине волны света  $\lambda = 3,42$  мкм. С помощью шприца-дозатора водонефтяную смесь и растворитель в определенных объемах вводят в экстрактор, где происходят экстракция нефти, отделение экстракта от воды и подача его в кювету фотометра.

Концентратомер выполнен в виде измерительного блока и устройства пробоотбора. Измерительный блок включает ИК-фотометр, устройство индикации и устройство пробоподготовки.

Индикация результатов осуществляется на четырехразрядном цифровом табло. Единица наименьшего разряда соответствует концентрации нефти в воде  $1 \text{ млн}^{-1}$ .

#### Основные технические данные

|                                                                                                                         |                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Диапазоны измерения концентрации нефти в воде, $\text{млн}^{-1}$                                                        | От 0 до 100 и от 0 до 1000 |
| Допускаемая основная абсолютная погрешность измерений при концентрации нефти в воде $0...35 \text{ млн}^{-1}$ , %       | $\pm 0,5$                  |
| Допускаемая основная относительная погрешность измерения при концентрации нефти в воде $35...1000 \text{ млн}^{-1}$ , % | $\pm 15$                   |
| Температура исследуемой воды, $^{\circ}\text{C}$                                                                        | 5...40                     |
| Температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$                                                                     | 0...45                     |
| Влажность окружающего воздуха (%) при температуре, $^{\circ}\text{C}$                                                   |                            |
| $45 \pm 2$                                                                                                              | $75 \pm 3$                 |
| $25 \pm 2$                                                                                                              | $95 \pm 3$                 |
| Время прогрева концентратомера, мин                                                                                     | До 5                       |
| Время одного измерения, мин                                                                                             | До 15                      |
| Питание от сети однофазного переменного тока:                                                                           |                            |
| напряжение, В                                                                                                           | $220 \pm 22$               |
| частота, Гц                                                                                                             | $50 \pm 2,5$               |
| Потребляемая мощность, В·А                                                                                              | 30                         |
| Средний срок службы, лет                                                                                                | 6                          |
| Габаритные размеры, мм                                                                                                  | 180x350x360                |
| Масса, кг                                                                                                               | 12                         |
| Климатическое исполнение концентратомера                                                                                | ОМ4.2 — по ГОСТ 15150—69   |

В основу работы анализатора положен экстракционно-фотометрический метод спектрального анализа. Поглощение ИК-излучения на аналитической длине волны сравнивается с поглощением ИК-излучения на сравнительной длине волны, на которой отсутствуют полосы поглощения нефтепродуктов.

**Анализатор АНВП-79-У1.1.** Предназначен для определения содержания нефтепродуктов в сточных водах, прошедших полную механическую или биохимическую очистку; выполнен в виде отдельных блоков и состоит из фотометрического преобразователя, сетевого блока питания и экстрактора. В основу его работы по-



ложен экстракционно-фотометрический метод спектрального анализа. Принцип действия анализатора заключается в измерении поглощения нефтепродуктами инфракрасного излучения на длине волны 3,4 мкм.

Нефтепродукты из пробы сточной воды извлекают ее экстрагированием четыреххлористым углеродом в экстракторе.

Поглощение ИК-излучения на аналитической длине волны  $\lambda_c = 3,4$  мкм сравнивают с поглощением ИК-излучения на сравнительной длине волны  $\lambda_c = 3,0$  мкм, на которой отсутствуют полосы поглощения нефтепродуктов. Значение поглощения характеризует концентрацию нефтепродуктов в анализируемой пробе.

В комплект поставки входят: фотометрический преобразователь; сетевой блок питания; экстрактор; три провода; две сумки; комплект эксплуатационных документов; комплект ЗИП.

#### Основные технические данные

Диапазоны измерения содержания нефтепродуктов, мг/л:

в четыреххлористом углероде  
анализатором

0...100  
0...10; 0...100;  
0...1000

Допускаемая основная приведенная погрешность, %:

анализатора

$\pm 20$

вторичного прибора

$\pm 5$

Время одного измерения, мин

$\leq 10$

Напряжение питания, В:

от сети переменного тока

$220^{+22}_{-33}$

от источников автономного питания

6 и 12

Частота питающей сети, Гц

$50 \pm 1$

Потребляемая мощность:

от сети переменного тока, В·А

100

от источников автономного питания, Вт

60

Температура окружающего воздуха, °С

10...40

Время прогрева прибора, мин

$\leq 5$

**Переносной анализатор содержания нефтепродуктов в сточных водах АНВП-79.** Предназначен для контроля содержания нефтепродуктов в механически или биохимически очищенных сточных водах, сбрасываемых в открытые водоемы (моря, реки, озера). Его можно эксплуатировать на открытом воздухе и в лабораторных помещениях.

В состав анализатора входят фотометрический преобразователь с сетевым блоком питания и экстрактор, помещенные в сумки для переноса. Действие его основано на фотометрическом методе количественного анализа в инфракрасной области спектра на длине волны 3,4 мкм, соответствующей полосе поглощения нефтепродуктов в четыреххлористом углероде.



Нефтепродукты из пробы сточной воды извлекают в экстракторе при двух объемных соотношениях экстрагент — проба: 1:1 или 1:10 — в зависимости от диапазона измерения.

#### Основные технические данные

|                                                                           |                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Диапазоны измерения, мг/л                                                 | 0...10; 0...100;<br>0...1000                                                     |
| Время одного анализа, мин                                                 | 10                                                                               |
| Температура сточных вод, °С                                               | 4...30                                                                           |
| Параметры окружающей среды:                                               |                                                                                  |
| температура, °С                                                           | 10...40                                                                          |
| влажность при температуре воздуха 25 °С, %                                | 98                                                                               |
| Погрешность показаний анализатора при номинальных параметрах измерений, % | ± 20                                                                             |
| Электропитание при работе:                                                |                                                                                  |
| в стационарных условиях                                                   | От сети переменного тока напряжением $220^{+22}_{-33}$ В, частотой $50 \pm 1$ Гц |
| на открытом воздухе                                                       | От источников автономного питания напряжением 12 и 2 В                           |
| Вероятность безотказной работы за 1000 ч                                  | 0,8                                                                              |
| Среднее время восстановления, ч                                           | 3                                                                                |
| Средний срок службы, лет                                                  | 6                                                                                |
| Габаритные размеры, мм:                                                   |                                                                                  |
| блока питания                                                             | 420x148x157                                                                      |
| экстрактора                                                               | 310x200x190                                                                      |
| фотометрического преобразователя                                          | 330x260x162                                                                      |
| Масса, кг:                                                                |                                                                                  |
| блока питания                                                             | 4,9                                                                              |
| экстрактора                                                               | 2,7                                                                              |
| фотометрического преобразователя                                          | 8,0                                                                              |

Разработчик — Санкт-Петербургское научно-производственное объединение "Нефтехимавтоматика".

**Лабораторный анализатор химического потребления кислорода ХПК-76.** Предназначен для определения химического потребления кислорода (ХПК) сточных вод нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий. В основу измерения ХПК положено окисление пробы сточных вод в смеси серной кислоты и бихромата калия в присутствии катализатора сульфата серебра при температуре 160 °С.

Количество затраченного на окисление кислорода определяют фотометрическим методом по концентрации появившегося в реакционной смеси сульфата хрома. В целях минимизации погрешностей, вызванных наличием взвесей в реакционной смеси, используют метод двухволновой фотометрии (длина анали-



тической волны — 0,64 мкм, сравнительной — 0,80 мкм). Влияние на результат анализа присутствия хлоридов в анализируемой пробе устраняют введением в реакционную смесь сульфата ртути.

Прибор состоит из блока пробоподготовки (ППС), фотометра, стабилизатора С-0,16 и сливного бака. В блоке ППС размещают баки с реактивами, дозаторы, смеситель и командную пневматическую систему, обеспечивающую транспортировку и смещение реактивов. Фотометр оснащен термостатируемой кюветой-реактором.

В комплект анализатора, кроме того, входят дренажный шланг, провода, ведомости эксплуатационных документов и ЗИП.

Основные операции анализа автоматизированы. Для проведения анализа оператор заливает пробу в воронку, нажимает кнопку "АНАЛИЗ" и после загорания лампочки "ОТСЧЕТ" снимает показания показывающего прибора. Предусмотрена возможность подключения вторичного самопишущего прибора (0...10 мВ).

### Основные технические данные

|                                                                                               |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Диапазоны измерений ХПК, обеспечиваемые предварительным разбавлением проб, мг/дм <sup>3</sup> | 0...400; 0...2000; 0...20 000 |
| Допускаемая приведенная погрешность, %                                                        | ± 15                          |
| Допускаемая случайная погрешность, %                                                          | ± 5                           |
| Содержание хлоридов в анализируемой пробе, г/дм <sup>3</sup> , в диапазоне:                   |                               |
| 0...400                                                                                       | ≤ 1                           |
| 0...2000                                                                                      | ≤ 5                           |
| 0...20 000                                                                                    | ≤ 20                          |
| рН пробы                                                                                      | 3...10                        |
| Время анализа, мин                                                                            | 3...30                        |
| Вероятность безотказной работы за 1000 ч                                                      | ≥ 0,8                         |
| Срок службы, лет                                                                              | 6                             |

**Инфракрасный анализатор жидкости "Анализ-3".** Предназначен для измерения массовой доли одного из компонентов в жидкостных потоках. По принципу действия он представляет собой инфракрасный абсорбциометр, в основу действия которого положено свойство избирательного поглощения анализируемой жидкостью излучения в инфракрасной области спектра с длинами волн от 0,75 до 4,0 мкм и с обработкой измерительной информации микропроцессорным вычислительным устройством (микроЭВМ).

Анализатор состоит из измерительного преобразователя и блока БИУ-4 и имеет взрывобезопасный уровень взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" по ГОСТ 22782.6-81, маркировку 1 ExdПВТ<sub>4</sub> по ГОСТ 12.2.020-76, высшую степень механической прочности по ГОСТ 22782.0-81. Блок БИУ-4 относится к электрооборудованию общего назначения, обыкновенного исполнения по защищенности от воздействия окружающей среды по ГОСТ 12997-84. Его можно устанавливать вне взрывоопасного помещения.



Состав раствора, анализируемый компонент и некоторые технические характеристики анализатора в зависимости от его исполнения приведены в таблице 2.4.

#### Основные технические данные

Питание прибора от сети переменного тока:

|               |                   |
|---------------|-------------------|
| напряжение, В | $220^{+22}_{-33}$ |
| частота, Гц   | $50 \pm 1$        |

Потребляемая мощность, В·А

$\leq 60$

Условия эксплуатации:

|                                                  |               |
|--------------------------------------------------|---------------|
| температура окружающего воздуха, °С              | $20 \pm 2$    |
| »    растворов, °С                               | $20 \pm 2$    |
| относительная влажность окружающего воздуха, %   | 30...80       |
| атмосферное давление, МПа                        | 0,084...0,107 |
| напряженность внешних магнитных полей, А/м       | $\leq 400$    |
| амплитуда вибрации при частоте 25 Гц, мм         | $\leq 0,1$    |
| расстояние между преобразователем и блоком БИУ-4 | $\leq 300$    |
| по линии электрической связи, м                  |               |

Время прогрева анализатора при температуре окружающего воздуха ( $20 \pm 2$ ) °С и остальных условиях, указанных выше, ч

0,04

Средняя наработка на отказ, ч

$\leq 14\,000$

Масса, кг:

|                 |    |
|-----------------|----|
| преобразователя | 39 |
| блока БИУ-4     | 14 |

**Аналитический фотометр для массовых анализов ФАНК-1.** Предназначен для определения коэффициентов пропускания или оптической плотности жидких растворов и твердых тел в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областях спектра. Прибор может работать в режимах флуориметрии и нефелометрии при проведении исследований по методикам потребителя по интенсивности флуоресценции прозрачных растворов, а также по интенсивности светорассеяния взвесей, эмульсий и коллоидных растворов. Условия его эксплуатации — УХЛ 4,2 ГОСТ 15150.

Принцип действия фотометра заключается в измерении в определенном диапазоне длин волн как доли прошедшего через образец излучения в режиме фотоколориметрирования, излучения флуоресценции, обусловленного возбуждением в определенном диапазоне длин волн в режиме флуориметрии, так и доли рассеянного образцом света в режиме нефелометрии.

Для получения высокой стабильности показаний используют двухканальную схему измерений. Подобная схема позволяет компенсировать нестабильность излучения фотоприемника и элементов схемы обработки, а также существенно снизить требования к источникам питания.

Конструктивно прибор выполнен в виде моноблока. В его входят следующие функциональные блоки: сменные излучатели; фотометрическая камера; электромагнитные переключатели; ФЭУ; преобразователь ток — частота; вычислитель;



# 2.4. Состав раствора, анализируемый компонент и технические характеристики анализатора "Анализ-3"

| Шифр исполнения и обозначение анализатора | Состав раствора, массовая доля (%)                                                | Анализируемый компонент | Пределы измерения, % | Допускаемая основная погрешность измерения, % диапазона измерения | Параметры рабочей среды в точке отбора |               | Пределы допускаемых изменений показаний анализатора, % диапазона измерения от изменения |                             |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                           |                                                                                   |                         |                      |                                                                   | температура, °C                        | давление, МПа | массовой доли немеряемых компонентов                                                    | температуры на каждые 10 °C |
|                                           |                                                                                   |                         |                      |                                                                   |                                        |               |                                                                                         | раствора                    |
|                                           |                                                                                   |                         |                      |                                                                   |                                        |               |                                                                                         | около                       |
|                                           |                                                                                   |                         |                      |                                                                   |                                        |               |                                                                                         | жидкого                     |
|                                           |                                                                                   |                         |                      |                                                                   |                                        |               |                                                                                         | воздуха                     |
| 0101/5Г1.550.171                          | Ацетон, вода (ацетальдегид, уксусная кислота до 0,003)                            | Вода                    | 0...1,0              | ±4                                                                | 10...40                                | 0,5           | —                                                                                       | ±2 ±2                       |
| 0102/5Г1.550.171.01                       | То же                                                                             | То же                   | 0,1...0,6            | ±4                                                                | 10...40                                | 0,5           | —                                                                                       | ±2 ±2                       |
| 0103/5Г1.550.171.02                       | Метанол, вода, эфиры (1,0 ± ± 0,5), высшие спирты (от 0 до 3)                     | ➤                       | 0...0,5              | ±4                                                                | 10...60                                | 0,5           | —                                                                                       | ±2 ±2                       |
| 0104/5Г1.550.171.03                       | То же                                                                             | ➤                       | 0...10,0             | ±4                                                                | 10...60                                | 0,5           | 0,2 на каждый процент изменения высших спиртов                                          | ±2 ±2                       |
| 0105/5Г1.550.171.04                       | ➤                                                                                 | ➤                       | 0...100,0            | ±4                                                                | 10...50                                | 0,5           | —                                                                                       | ±2 ±2                       |
| 0106/5Г1.550.171.05                       | Метанол, вода, высшие спирты (до 0,1), парафины (до 0,01)                         | ➤                       | 0...20,0             | ±4                                                                | 5...60                                 | 0,5           | —                                                                                       | ±2 ±2                       |
| 0107/5Г1.550.171.06                       | Этиловый спирт, вода (изопропиловый спирт), диэтиловый эфир и следы ацетальдегида | ➤                       | 4,0...10,0           | ±4                                                                | 20...60                                | 0,5           | —                                                                                       | ±2 ±2                       |
| 0108/5Г1.550.171.07                       | Метанол, вода, эфиры (1,0 ± ± 0,5), высшие спирты (3 ± 2)                         | ➤                       | 0...0,2              | ±4                                                                | 10...60                                | 0,5           | —                                                                                       | ±2 ±2                       |



|                     |                                                                   |                   |          |    |          |             |                                                          |    |    |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|----|----------|-------------|----------------------------------------------------------|----|----|
| 0109/5Г1.550.171.08 | Дихлорэтан, вода                                                  | Вода              | 0...0,1  | ±4 | 10...60  | 0,5         | —                                                        | ±2 | ±2 |
| 0110/5Г1.550.171.09 | Этилацетат, вода                                                  | То же             | 0...0,2  | ±4 | 10...60  | 0,5         | —                                                        | ±2 | ±2 |
| 0111/5Г1.550.171.10 | Четыреххлористый углерод, вода                                    | »                 | 0...0,01 | ±6 | 10...60  | 0,5         | —                                                        | ±3 | ±3 |
| 0112/5Г1.550.171.11 | Бензол, вода                                                      | »                 | 0...0,05 | ±6 | 10...40  | 0,5         | —                                                        | ±3 | ±3 |
| 0113/5Г1.550.171.12 | Трихлорэтилен, вода                                               | »                 | 0...0,02 | ±6 | 10...60  | 0,5         | —                                                        | ±3 | ±3 |
| 0201/5Г1.550.171.13 | Уксусный ангидрид, уксусная кислота (ацетон, ацетальдегид до 0,5) | Уксусный ангидрид | 90...100 | ±4 | 10...60  | 0,5         | —                                                        | ±2 | ±2 |
| 0202/5Г1.550.171.14 | То же                                                             | То же             | 50...100 | ±4 | 10...60  | 0,5         | —                                                        | ±2 | ±2 |
| 0203/5Г1.550.171.15 | »                                                                 | »                 | 20...50  | ±4 | 10...60  | 0,5         | —                                                        | ±2 | ±2 |
| 0301/5Г1.550.171.16 | Уксусная кислота, вода (серная кислота до 0,1)                    | Уксусная кислота  | 20...30  | ±4 | 10...60  | 0,5         | —                                                        | ±2 | ±2 |
| 0401/5Г1.550.171.17 | Азотная кислота, вода (окислы азота от 0 до 0,6)                  | Азотная кислота   | 10...20  | ±4 | 40...70  | 1,0...6     | 1 на каждые +0,1% изменения массы вой доли окислов азота | ±2 | ±2 |
| 0402/5Г1.550.171.19 | То же                                                             | То же             | 20...30  | ±4 | 40...70  | 1,0...1,6   | То же                                                    | ±2 | ±2 |
| 0403/5Г1.550.171.19 | »                                                                 | »                 | 30...40  | ±4 | 40...70  | 1,0...1,6   | »                                                        | ±2 | ±2 |
| 0404/5Г1.550.171.20 | »                                                                 | »                 | 40...56  | ±4 | 20...60  | 05(5)       | »                                                        | ±2 | ±2 |
| 0405/5Г1.550.171.21 | »                                                                 | »                 | 50...63  | ±4 | 40...70  | < 0,75      | »                                                        | ±2 | ±2 |
| 0406/5Г1.550.171.22 | »                                                                 | »                 | 56...71  | ±4 | 40...70  |             | »                                                        | ±2 | ±2 |
| 0407/5Г1.550.171.23 | »                                                                 | »                 |          |    |          |             |                                                          |    |    |
| 0408/5Г1.550.171.24 | »                                                                 | »                 |          |    |          |             |                                                          |    |    |
| 0601/5Г1.550.171.25 | Аммиак, летучий остаток, вода                                     | Аммиак            | 90...100 | ±4 | 20...60  | 0,5(5)      | »                                                        | ±2 | ±2 |
| 0801/5Г1.550.171.26 | Продукт — вода (минеральные соли до 200 мг/л)                     | Продукт           | 0...3    | ±6 | 25...140 | 2,3(23)     | —                                                        | ±3 | ±3 |
| 0802/5Г1.550.171.27 | То же                                                             | »                 | 12...16  | ±4 | 25...150 | 2,3(23)     | —                                                        | ±3 | ±3 |
| 0803/5Г1.550.171.28 | »                                                                 | »                 | 0...30   | ±4 | 25...10  | 2,3(23)     | —                                                        | ±2 | ±2 |
| 0804/5Г1.550.171.29 | »                                                                 | »                 | 15...100 | ±4 | 80...90  | 0,066(0,66) | —                                                        | ±2 | ±2 |
| 0805/5Г1.550.171.30 | »                                                                 | »                 | 98...100 | ±4 | 80...90  | 0,066(0,66) | —                                                        | ±2 | ±2 |

Примечание. Для исполнений 0801...0805 продукт для приготовления поверочных растворов поставляется заказчиком.



индикатор; низковольтный и высоковольтный источники питания. Все блоки установлены в корпусе ячеечного типа. Платы системы обработки укреплены в корпусе снизу.

На лицевой панели прибора размещены органы управления и индикации: кнопки ввода коэффициента, кнопки управления пошаговой работой, кнопка "ИЗМЕРЕНИЕ", цифровое табло, переключатель режимов и ручка плавной регулировки питания ФЭУ.

В комплект поставки входят: фотометр ФАНК-1; два кабеля питания; комплект кварцевых прямоугольных кювет; комплект запасных частей, инструмента и принадлежностей; комплект эксплуатационной документации; ведомость эксплуатационной документации; методика поверки фотометра; футляр.

Поверку фотометра в фотоколориметрическом режиме осуществляют по методике, входящей в комплект поставки. Для поверки применяют комплект образцовых светофильтров КС-100 или КС-101.

Поверку фотометра во флуориметрическом режиме выполняют по контрольным растворам, изготавливаемым в соответствии с требованиями методики, изложенной в научно-технической документации.

#### Основные технические данные

##### Диапазон измерений

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| коэффициентов пропускания                                                                                                                                                          | 1...0,03                                                                                                                                 |
| оптической плотности, Б                                                                                                                                                            | 0...1,5                                                                                                                                  |
| Спектральный диапазон, мм                                                                                                                                                          | 250...800                                                                                                                                |
| Допускаемая систематическая составляющая основной абсолютной погрешности по пропусканию                                                                                            | $\pm 0,015$                                                                                                                              |
| Показания прибора во флуориметрическом режиме при измерении флуоресценции водно-щелочного раствора флуоресцеина концентрации $10^{-8}$ г/мл, % диапазона                           | $\geq 90$                                                                                                                                |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение случайной составляющей основной абсолютной погрешности прибора в фотоколориметрическом режиме при измерении коэффициента пропускания | 0,003                                                                                                                                    |
| Время установления показаний, с                                                                                                                                                    | 6                                                                                                                                        |
| Допускаемая дополнительная погрешность прибора при измерении коэффициента пропускания в фотоколориметрическом режиме при изменении:                                                |                                                                                                                                          |
| напряжения питания в диапазоне от 187 до 242 В                                                                                                                                     | 0,01 на каждые 10 % изменения напряжения от номинального 220 В                                                                           |
| температуры                                                                                                                                                                        | $\leq 0,01$ на каждые $10^\circ\text{C}$ изменения температуры в пределах рабочих температур от $10^\circ\text{C}$ до $35^\circ\text{C}$ |
| Время установления рабочего режима после включения прибора, мин                                                                                                                    | $\leq 30$                                                                                                                                |
| Мощность, потребляемая прибором, В · А                                                                                                                                             | 45                                                                                                                                       |
| Габаритные размеры, мм                                                                                                                                                             | $390 \times 250 \times 170$                                                                                                              |
| Масса, кг                                                                                                                                                                          | 10                                                                                                                                       |



**Автоматический анализатор содержания нефти и механических примесей в сточных водах АКСВ-1.** Предназначен для контроля степени очистки нефтепромысловых сточных вод. В основу его работы положена зависимость степени относительной деполяризации поляризованного излучения, рассеянного мутной средой, от содержания в ней взвешенных частиц.

Анализатор состоит из двух основных функциональных блоков — измерительного преобразователя и вторичной аппаратуры. Измерительный преобразователь обеспечивает отбор воды на анализ, измерение суммарного содержания нефти и механических примесей в отобранной пробе воды и преобразование этой величины в пропорциональный электрический сигнал, а вторичная аппаратура — управление работой исполнительных механизмов измерительного преобразователя, регистрацию значения суммарного содержания нефти и механических примесей в сточных водах, сигнализацию при превышении предельно допускаемых концентраций нефти и механических примесей в сточных водах, выдачу информации о суммарном содержании нефти и механических примесей по сигналу с внешних устройств.

В комплект поставки входят: блок измерительного преобразователя; блок управления; миллиамперметр КСУ-4; устройство сигнализации (поставляется по требованию заказчика); комплекты ЗИП и эксплуатационных документов согласно ведомости. Исполнение по защищенности от воздействия окружающей среды измерительного преобразователя — взрывобезопасное, блока вторичной аппаратуры — обыкновенное.

#### Основные технические данные

|                                                                                             |                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Диапазон измерений суммарного содержания нефти и механических примесей в сточной воде, мг/л | 0...200                           |
| Допускаемая основная приведенная погрешность измерений, %                                   | ± 10                              |
| Температура контролируемой среды, °С                                                        | 0...45                            |
| "          окружающего воздуха, °С                                                          | 5...50                            |
| Питание прибора — от сети переменного тока:                                                 |                                   |
| напряжение, В                                                                               | 220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub> |
| частота, Гц                                                                                 | 50 ± 1                            |
| Потребляемая мощность, В · А                                                                | 500                               |
| Габаритные размеры, мм:                                                                     |                                   |
| блока измерительного преобразователя                                                        | 1110 × 950 × 650                  |
| "          управления                                                                       | 220 × 695 × 535                   |
| автоматического прибора — миллиамперметра КСУ                                               | 380 × 400 × 400                   |
| Масса, кг:                                                                                  |                                   |
| измерительного преобразователя                                                              | 130                               |
| блока управления                                                                            | 35                                |
| миллиамперметра КСУ-4                                                                       | 25                                |

**Переносной автоматический мутномер М-101.** Предназначен для измерения мутности сточных вод. Им можно определять концентрацию взвешенных веществ



по градуировочным кривым (при наличии однозначной зависимости между мутностью и концентрацией взвеси). Принцип его действия основан на методике измерения интенсивности светового потока, прошедшего через контролируемую среду.

Мутномер состоит из измерительного блока, погружного и проточного датчиков и самопишущего потенциометра КСП-4. Проточный датчик укомплектован тремя сменными проточными кюветами с базой 10, 20, 50 мм. Прибор может работать в лабораторных условиях и со стандартными плоскопараллельными кюветами.

#### Основные технические данные

|                                                                          |                             |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Диапазон показаний по светопропусканию, %                                | 0...100                     |
| Предел измерений:                                                        |                             |
| по светопропусканию, %                                                   | 10...100                    |
| по спектру, нм                                                           | 500...630                   |
| Основная погрешность прибора в пределах измерений по светопропусканию    | $\leq \pm 4$ деления шкалы  |
| Сходимость измерения                                                     | $\leq \pm 2$ деления шкалы  |
| Число цветных светофильтров                                              | 4                           |
| Толщина просвечиваемого слоя для погружного чувствительного элемента, мм | 5; 10; 20; 35; 50           |
| Глубина погружения чувствительного элемента, мм                          | $< 15$                      |
| Расстояние чувствительного элемента от прибора (измерительного блока), м | $\leq 20$                   |
| Питание:                                                                 |                             |
| от сети переменного тока напряжением, В                                  | $220^{+22}_{-33}$           |
| частотой, Гц                                                             | $50 \pm 1$                  |
| от постоянного источника тока напряжением, В                             | 12                          |
| Потребляемая мощность, Вт                                                | 40                          |
| Габаритные размеры, мм:                                                  |                             |
| погружного чувствительного элемента                                      | $248 \times 50 \times 1000$ |
| проточного " "                                                           | $262 \times 112 \times 132$ |
| измерительного блока                                                     | $270 \times 144 \times 218$ |
| Масса, кг:                                                               |                             |
| погружного чувствительного элемента                                      | 3,15                        |
| проточного " "                                                           | 2,5                         |
| измерительного блока                                                     | 4,7                         |
| Вероятность безотказной работы в течение 500 ч                           | $\geq 0,95$                 |
| Интенсивность отказов, 1/ч                                               | $12,0013 \cdot 10^{-5}$     |

**Турбидиметр воды ТВ-205.** Предназначен для автоматического определения оптической плотности природных и сточных вод. Принцип его действия заключается в измерении относительного ослабления интегрального светового потока, проходящего через измерительную кювету с анализируемой водой.

Турбидиметр имеет блочно-модульное исполнение и состоит из измельчителя, электронного блока, стабилизатора, фотометра, резервуара, автоматического самопишущего прибора и командно-электронного прибора.



В комплект поставки входят: блок измельчителя; электронный блок; блок стабилизатора; блок фотометра; резервуар; автоматический самопишущий прибор КСУ2-003; командно-электронный прибор КЭП-12У; паспорт; методика поверки.

Турбидиметр поверяют по методике, входящей в комплект поставки. Для поверки необходимы следующие средства: нейтральные светофильтры с погрешностью аттестации не более  $\pm 0,5\%$ ; ртутный лабораторный термометр с диапазоном измерения от 0 до 55 °С, ценой деления 0,1 °С, погрешностью  $\pm 0,2\%$ ; метеорологический барограф; аспирационный психрометр М-34; комбинированный прибор Ц 4326.

#### Основные технические данные

Диапазоны измерения:

|                                                                                     |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| оптической плотности, Д                                                             | 0,007...0,7                       |
| концентрации суспензии каолина, мг/л                                                | 5...50; 50...500                  |
| Допускаемая основная приведенная погрешность, измеренная по оптической плотности, % | $\pm 4$                           |
| Питание от сети переменного тока:                                                   |                                   |
| напряжение, В                                                                       | 220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub> |
| частота, Гц                                                                         | 50 $\pm$ 1                        |
| Потребляемая мощность, В · А                                                        | 40                                |
| Температура измеряемой среды, °С                                                    | 2...40                            |

**Концентратомер КТ-201.** Предназначен для автоматического определения содержания взвешенных веществ в сточных водах, сбрасываемых с судов, и выдачи сигналов при превышении заданной нормы концентрации взвешенных веществ.

В основу его работы положен турбидиметрический метод измерения. Этот прибор основан на анализе поглощения и рассеяния световой энергии взвешенными частицами контролируемого вещества. При турбидиметрических анализах измеряют интенсивность света, выходящего из кюветы в направлении падающего пучка света. Излучение источника света направляется по двум каналам — измерительному и сравнительному. Световой поток в измерительном канале проходит через кювету с анализируемой средой и попадает на фотоприемник, где происходит преобразование световой энергии в электрическую.

С выхода усилителя сигнал поступает на показывающий прибор, который имеет два выходных переключающихся контакта для коммутации двух независимых внешних цепей.

Когда содержание взвешенных частиц в анализируемой среде превышает допустимый предел, срабатывает реле, которое подает сигнал, используемый для управления работой очистного сооружения.

В комплект поставки концентратомера входят: блок фотометра; блок питания; вторичный прибор; пульт управления; комплект ЗИП; паспорт; методические указания по поверке; методика по приготовлению градуировочных и поверочных суспензий каолина.



### Основные технические данные

|                                                             |                 |
|-------------------------------------------------------------|-----------------|
| Диапазон измерения по каолиновой суспензии, мг/л            | От 0 до 120     |
| Допускаемая основная абсолютная погрешность измерения, мг/л | $\pm 20$        |
| Температура измеряемой среды, °С                            | 2...40          |
| Габаритные размеры, мм:                                     |                 |
| блока фотометра                                             | 325 × 170 × 152 |
| " питания                                                   | 188 × 215 × 396 |
| пульта управления                                           | 165 × 105 × 158 |
| вторичного прибора                                          | 140 × 140 × 405 |
| Масса, кг:                                                  |                 |
| блока фотометра                                             | 5,3             |
| " питания                                                   | 10,0            |
| пульта управления                                           | 0,5             |
| вторичного прибора                                          | 10,0            |

**Фотометр ФЛ.** Предназначен для определения концентрации веществ в растворах методом флуориметрии. Принцип его действия заключается в сравнении интенсивности люминесценции растворов, возбуждаемой излучением лампы. Выделение необходимых спектров возбуждения осуществляется с помощью избирательных поглотителей.

Спектры люминесценции выделяются монохроматором на дифракционной решетке.

Оптическая схема — однолучевая. Измерительная схема — прямого отсчета по шкале микроамперметра с модуляцией светового потока.

Предусмотрена компенсация "фонового излучения" кюветы с растворителем.

В комплект поставки входят: флуориметр; блок питания; электрошнур; два кабеля; комплект сменных частей; комплект инструмента и принадлежностей; комплект запасных частей; комплект упаковок; техническое описание и инструкция по эксплуатации; паспорт.

### Основные технические данные

|                                                                                                        |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Диапазон выделения, нм:                                                                                |                 |
| спектра возбуждения                                                                                    | 300...600       |
| спектров люминесценции                                                                                 | 400...800       |
| Допускаемая погрешность установки длины волн монохроматора, нм                                         | $\pm 2$         |
| Допускаемая погрешность показаний при измерении коэффициента пропускания (в диапазоне от 5 до 10 %), % | $\pm 2,5$       |
| Допускаемая случайная погрешность показаний при измерении коэффициента пропускания, %                  | $\pm 1$         |
| Изменение показаний в течение 15 мин, делений                                                          | $\pm 1$         |
| Источник излучения                                                                                     | Лампа КИМ-10-90 |
| Приемник "                                                                                             | ФЭУ-79          |
| Питание — от сети переменного тока:                                                                    |                 |



|                              |         |
|------------------------------|---------|
| напряжение, В                | 220     |
| частота, Гц                  | 50      |
| Потребляемая мощность, В · А | 300     |
| Условия эксплуатации:        |         |
| температура, °С              | 10...35 |
| влажность, %                 | 80      |

Изготовитель — Сергиево-Посадский оптико-механический завод.

**Анализатор "Люмин-1".** Предназначен для определения массовой концентрации нефти в промышленных сточных водах, содержащих ингибиторы коррозии, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и механические примеси. Принцип его действия основан на флуоресцентном (фотолюминесцентном) методе анализа, заключающемся в концентрационной зависимости между интенсивностью флуоресценции и содержанием нефти в воде.

Анализатор состоит из измерительного преобразователя и стойки вторичной аппаратуры. Исполнение измерительного преобразователя по защищенности от воздействия окружающей среды — взрывозащищенное, а стойки вторичной аппаратуры — обыкновенное.

Измерительный преобразователь предназначен для отбора проб сточной воды для анализа, измерения массовой концентрации нефти в воде и контрольных сигналов (по чистой воде и жесткому реперу), слива из кюветы пробы сточной воды и промывки измерительного тракта, а стойка вторичной аппаратуры — для управления исполнительными механизмами анализатора, приема измерительной информации от измерительного преобразователя и ее обработки, автокоррекции градуировочной характеристики и диагностики состояния измерительного тракта с сигнализацией вида неисправности или отказа, формирования выходного сигнала, пропорционального массовой концентрации нефти в воде, его регистрации и передачи на ЭВМ верхнего уровня.

#### Основные технические данные

|                                                             |         |
|-------------------------------------------------------------|---------|
| Диапазон измерений массовой концентрации нефти в воде, мг/л | 0...100 |
| Допускаемая основная приведенная погрешность измерения, %   | ± 6     |
| Температура, °С:                                            |         |
| контролируемой среды                                        | 5...60  |
| окружающего воздуха                                         | 5...50  |
| Питание — от сети переменного тока:                         |         |
| напряжение, В                                               | 220/380 |
| частота, Гц                                                 | 50      |
| Потребляемая мощность, кВт · А                              | 0,5     |
| Средний срок службы, лет                                    | 8       |

**Лабораторный флуориметр "Квант-5".** Предназначен для определения отношения световых потоков флуоресценции различных жидкостей или различных проб одной и той же жидкости. Принцип его действия заключается в преобразова-



нии световых потоков флуоресценции, получаемых при обслуживании проб жидкостей светом возбуждения, в пропорциональные электрические сигналы и получении отношения этих сигналов.

Прибор выполнен по двухлучевой схеме с одним источником и одним приемником излучения. Световые потоки канала сравнения и канала кюветы подаются на приемник излучения попеременно. В канале сравнения светового потока размещены регулируемые по светопропусканию диафрагма "УСТАНОВКА 100 % ТОЧНО" и измерительная диафрагма "ОТНОШЕНИЕ %", а в канале кюветы — кювета с пробами жидкости.

Оптическая и электрическая схемы флуориметра расположены в корпусе К2КБП1-4.

В комплект поставки входят: флуориметр; комплект ЗИП; комплект принадлежностей; набор образцовых цветных оптических стекол.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                                                 |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Диапазон измерения отношения световых потоков, %                                                                                                                | От 5 до 100         |
| Допускаемая систематическая составляющая погрешности в диапазоне световых потоков флуоресценции, создаваемых в приборе растворами флуоресцеина 10...500 мг/л, % | $\pm 1,5$           |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности, %                                                                             | 0,4                 |
| Спектральные диапазоны, нм:                                                                                                                                     |                     |
| возбуждения                                                                                                                                                     | 260...700           |
| флуоресценции                                                                                                                                                   | 280...750           |
| Питание — от сети переменного тока:                                                                                                                             |                     |
| напряжение, В                                                                                                                                                   | $220^{+10}_{-15}$ % |
| частота, Гц                                                                                                                                                     | $50 \pm 1$          |
| Потребляемая мощность, В · А                                                                                                                                    | $\leq 100$          |
| Масса, кг                                                                                                                                                       | 18                  |

## 2.2. АТОМНО-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Методы атомной спектроскопии основаны на явлении квантовых переходов валентных или внутренних электронов атома из одного энергетического состояния в другое. Практическая цель таких методов при анализе вещества — качественное, полуколичественное или количественное определение элементного состава исследуемой пробы.

В настоящее время получили также распространение методы анализа по атомным спектрам поглощения и флуоресценции в оптическом диапазоне и по эмиссионным и флуоресцентным спектрам в рентгеновском диапазоне.

Дискретность (линейная структура) и сугубо индивидуальный характер атомных спектров делают их опознавательным признаком атомов данного элемента. На этом признаке основан качественный анализ. Концентрацию интересующего элемента определяют путем измерения интенсивности отдельных спектральных линий, называемых аналитическими.

Атомно-абсорбционный спектральный анализ основан на поглощении ультрафиолетового или видимого излучения атомами газа. Чтобы перевести пробу в



газообразное атомное состояние, ее впрыскивают в пламя. В качестве источника излучения применяют лампу с полым катодом из определяемого металла. Интервал длин волн спектральной линии, испускаемой источником света, и линии поглощения того же самого элемента в пламени очень узок, поэтому поглощение других элементов практически не сказывается на результатах анализа.

Существенное отличие атомной абсорбции от пламенно-эмиссионной спектрометрии: измеряется излучение, поглощенное нейтральными, невозбужденными атомами (их больше, чем возбужденных), находящимися в пламени (при пламенно-эмиссионной спектрометрии измеряется излучение, испускаемое атомами в возбужденном состоянии в пламени). Этим объясняется высокая чувствительность метода атомной абсорбции при определении элементов, имеющих высокую энергию возбуждения, то есть трудновозбуждающихся. Легковозбуждающиеся элементы будут очень эффективно испускать излучение, если их поместить в высокотемпературное пламя. Такие элементы легче определять методом эмиссионной спектрометрии.

Наибольшая чувствительность атомно-абсорбционной спектроскопии проявляется при определении As, Be, Bi, Cd, Hg, Mg, Pb, Te, Zn, Cs, In, а эмиссионного метода — при определении Li, K, Na, Ba, Sr, Tl. Чувствительность определения других элементов (не учитывая редких) у обоих методов примерно одинакова.

В принципе атомно-абсорбционная спектрометрия подобна обычной спектрофотометрии. Аналогична и используемая в обоих методах аппаратура. Излучение пропускают через анализируемую пробу, которая частично его поглощает, а пропущенный свет проходит через монохроматор и попадает на фотодетектор — регистрирующее устройство, отмечающее количество пропущенного или поглощенного света. Различия этих методов — в источнике света и в кювете для пробы.

Блок-схема атомно-абсорбционного спектрофотометра показана на рисунке 2.11. Свет от источника резонансного излучения пропускают через пламя, в которое впрыскивается мелкодисперсный аэрозоль раствора пробы. Излучение резонансной линии выделяют из спектра с помощью монохроматора и направляют на фотоэлектрический детектор (обычно фотоумножитель). Выходной сигнал детектора после усиления регистрируют гальванометром, цифровым вольтметром или записывают в аналоговой форме на ленте пишущего потенциометра. Для увеличения производительности спектрофотометры снабжают устройствами цифropечати и автоматической подачи образцов.

Интенсивность резонансного излучения измеряют дважды — до распыления анализируемого образца в пламя и в момент его распыления. Разность результатов этих двух измерений и определяет значение аналитического сигнала.

В пламени наряду с атомизацией происходит и частичное возбуждение атомов определяемого элемента. Чтобы отсеять это излучение, свечение первичного источника модулируют либо механически (например, с помощью обтюратора), либо электрически, питая лампу с полым катодом переменным током, а усилитель сигнала фотоумножителя настраивают на частоту модуляции.

При необходимости атомно-абсорбционный спектрофотометр можно использовать и для измерений эмиссии пламени. Для этого достаточно удалить первичный источник резонансного излучения, а свечение пламени промодулировать с частотой, соответствующей полосе пропускания усилителя.

Для получения пламени применяют различные комбинации горючих газов с



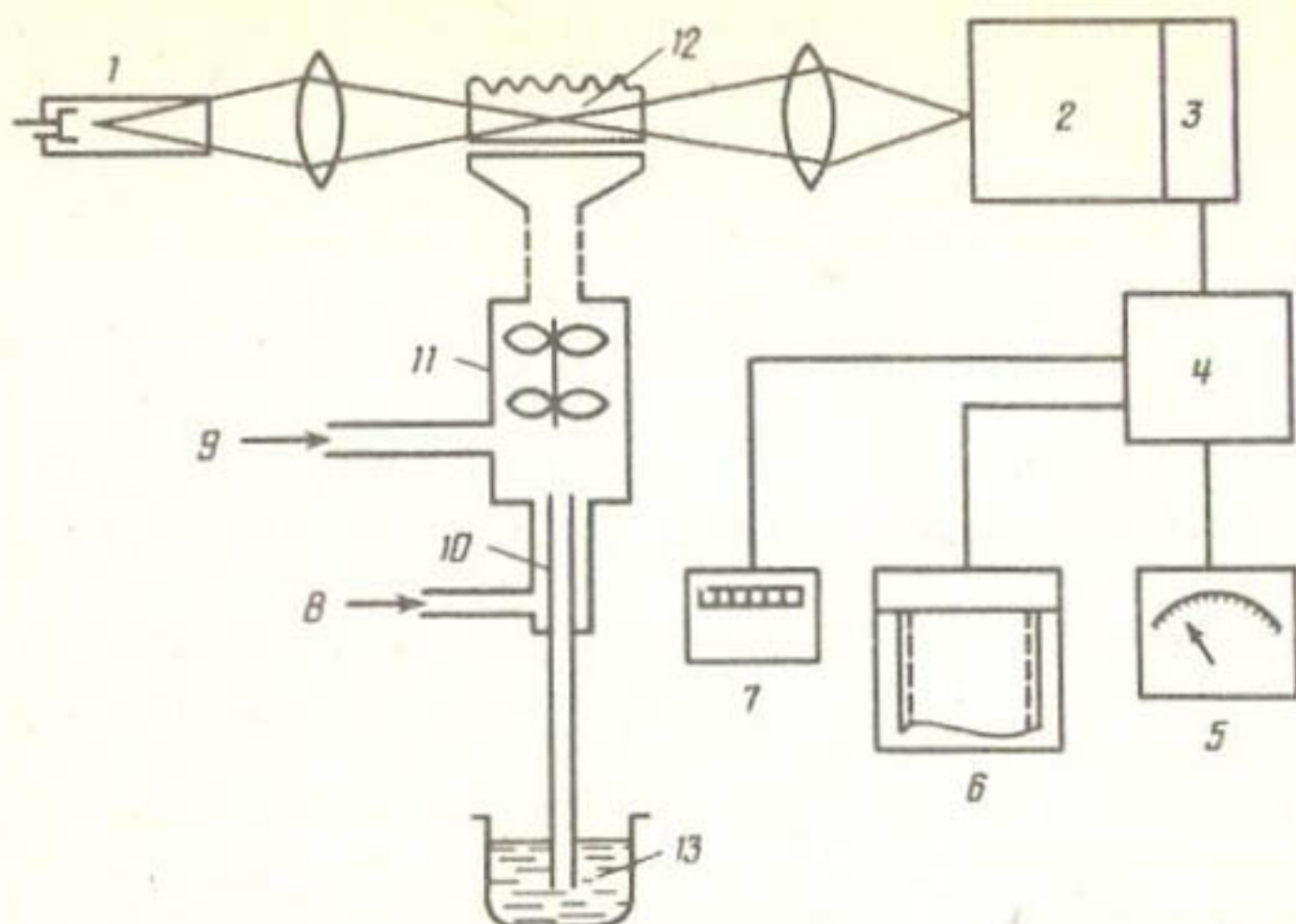


Рис. 2.11. Блок-схема атомно-абсорбционного спектрофотометра:

1 — линейчатый источник резонансного излучения; 2 — монохроматор; 3 — детектор; 4 — усилитель; 5 — стрелочный прибор; 6 — самописец; 7 — цифропечатающее устройство; 8 и 9 — вводы окислителя и топлива; 10 — распылитель; 11 — распылительная камера; 12 — пламя; 13 — образец

окислителями, например водорода, пропана или ацетилена с воздухом или оксидом азота. Кислород в чистом виде почти не используют как окислитель, так как смеси горючих газов с ним обладают очень высокой скоростью горения и с трудом поддаются контролю.

В практике атомно-абсорбционного анализа наибольшее распространение получили два типа пламени — воздушно-ацетиленовое и оксида азота с ацетиленом. Пламя первого типа успешно применяют для определения щелочных и щелочноземельных элементов, а также таких металлов, как хром, железо, кобальт, никель, магний, молибден, стронций, благородные. Для некоторых металлов (хром, молибден, олово и др.) чувствительность определений можно увеличить обогащенной смесью.

К элементам, для определения которых практически бесполезно использовать воздушно-ацетиленовое пламя, относятся металлы с энергией связи металл — кислород выше 5 эВ (алюминий, тантал, титан, цирконий и др.).

Пламя ацетилена с воздухом обладает высокой прозрачностью в области длин волн более 200 нм, слабой собственной эмиссией (особенно обедненное пламя) и обеспечивает высокую эффективность атомизации более чем 30 элементов. Частично ионизируются в нем только щелочные металлы (цезий ~ 65 %, рубидий ~ 41 %, калий ~ 30 %, натрий ~ 4 %, литий ~ 1 %).

Пламя ацетилена и оксида азота имеет более высокую температуру (почти на 900 °К), чем пламя ацетилена и воздуха. В то же время скорость распространения фронта этого пламени невелика. В результате в нем создаются условия для эффективной атомизации значительно более широкого круга элементов и их соедине-



ний. Такое пламя отличается высокой прозрачностью во всем интервале длин волн, используемых в атомно-абсорбционном анализе (190...850 нм). Основные его недостатки — сильное собственное свечение и высокая степень ионизации ряда элементов.

Рассмотренные газовые смеси взаимно дополняют друг друга и совместно позволяют определять примерно 70 элементов. Все другие типы горючих газовых смесей имеют при атомно-абсорбционном анализе значительно более узкое применение. Так, воздушно-пропановое пламя пригодно в основном для определения щелочных металлов, кадмия, меди, свинца, серебра и цинка. Пламя смеси оксида азота с водородом имеет окислительный характер, и его можно использовать лишь для преодоления каких-либо особых помех, возникающих при анализе.

Источником света при атомно-абсорбционном анализе могут служить лампа с полым катодом, безэлектродная газоразрядная лампа и настраиваемые лазеры.

Анализируемую атомно-абсорбционным методом жидкую пробу обычно превращают с помощью, как правило, пневматических распылителей (рис. 2.12) в аэрозоль, который смешивают с горючим и окислителем. Полученную гомогенную смесь подают в горелку.

Различают системы с полным потреблением анализируемого раствора и системы предварительного смешения аэрозоля с горючим газом и окислителем. В атомно-абсорбционном анализе используют горелки с ламинарным потоком газов, причем горючее, окислитель и аэрозоль пробы смешивают предварительно.

При применении горелок с предварительным смешиванием газов для получения устойчивого пламени необходимо, чтобы скорость протекания газовой смеси через щель горелки была в два-три раза выше скорости распространения пламени. Если скорость истечения превышает скорость распространения пламени более чем в 3 раза, пламя становится нестабильным и сдувается с горелки, а при еще большем соотношении — гаснет. Если скорость распространения пламени (разная для разных газовых смесей) больше скорости истечения смеси, то пламя "лезет" в

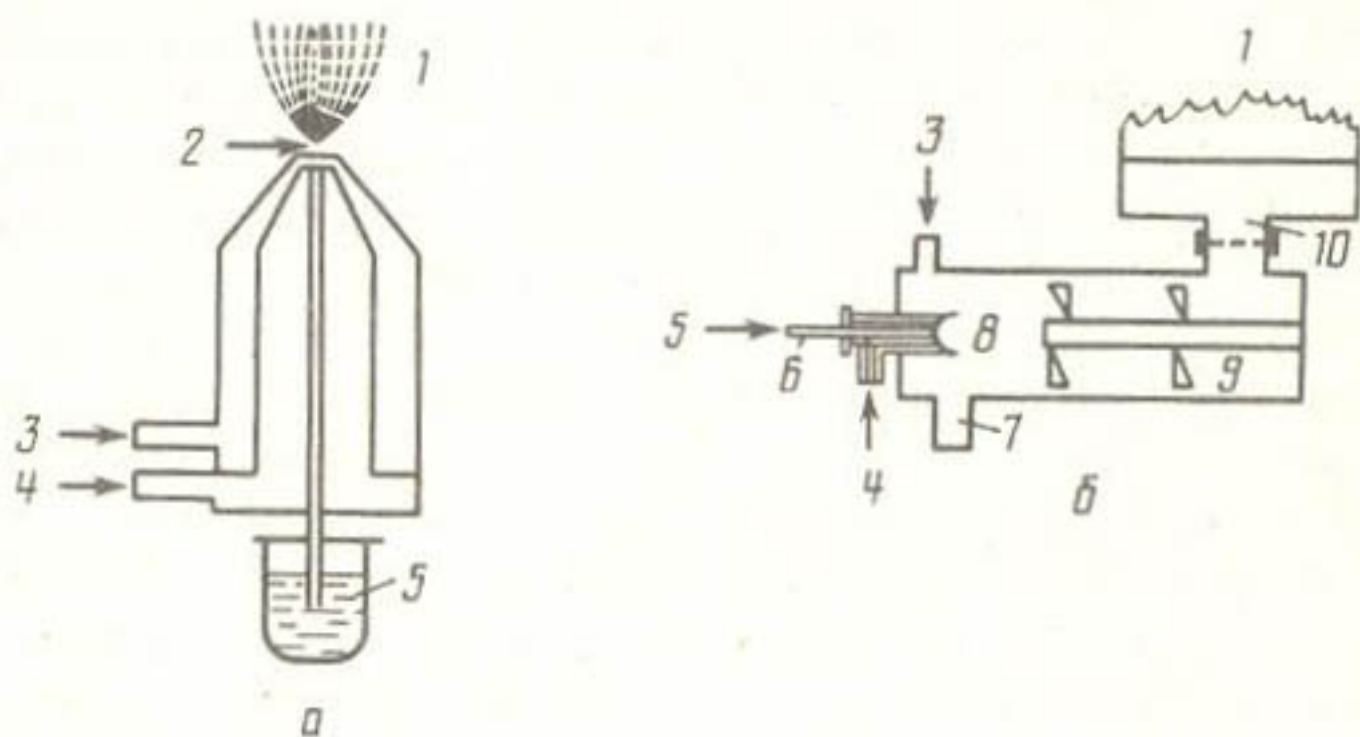


Рис. 2.12. Конструкция распылителей:

а — прямооточный; б — со смесительной камерой; 1 — пламя; 2 — распыление; 3 — горючий газ; 4 — газ-окислитель; 5 — раствор пробы; 6 — капилляр; 7 — дренажная трубка; 8 — распылитель; 9 — смесительная камера; 10 — горелка



горелку и происходит взрыв. Поэтому для каждой газовой смеси должна быть своя горелка (обычно расход газовой смеси постоянен, а скорость истечения регулируется изменением ширины или длины щели горелки).

Для наиболее распространенных в атомной абсорбции газовых смесей используют горелки с щелью следующих размеров (табл. 2.5).

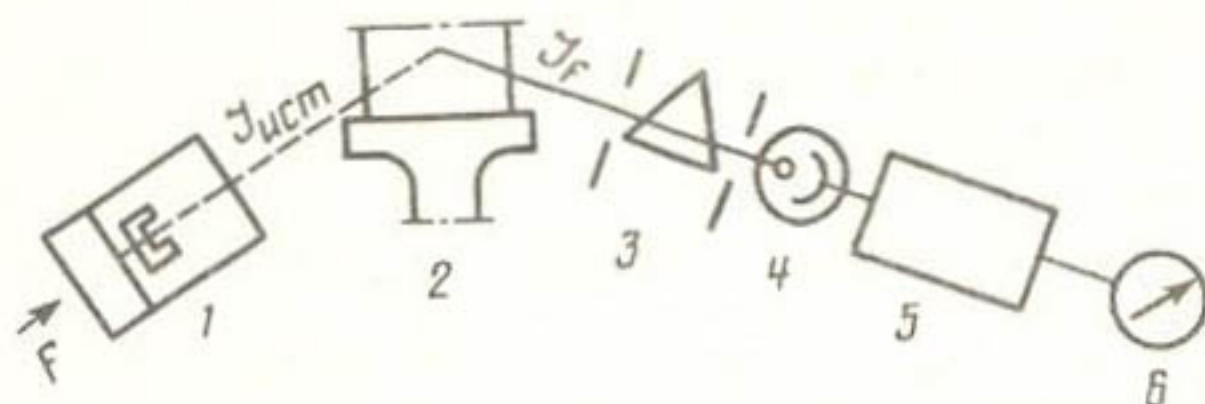
**2.5. Размер щели горелки для наиболее часто применяемых при атомной абсорбции газовых смесей**

| Газовая смесь         | Скорость распространения пламени, см/с | Ширина щели, мм | Длина щели, см |
|-----------------------|----------------------------------------|-----------------|----------------|
| Пропан—воздух         | 80                                     | 0,80            | 10             |
| Ацетилен—воздух       | 160                                    | 0,42            | 10             |
| Ацетилен—закись азота | 180                                    | 0,42            | 5              |

Наряду с однолучевыми приборами при атомной абсорбции применяют также двухлучевые спектрофотометры. В приборах этого типа первичный пучок резонансного излучения с помощью обтюратора и поворотных зеркал делится на два пучка, один из которых далее проходит через атомизатор, а второй — в обход его. Затем оба пучка попеременно направляются на входную щель монохроматора и поочередно (благодаря сдвигу по фазе) детектируются, усиливаются и сравниваются друг с другом. На выходе таких приборов отсчитывается непосредственно значение поглощения  $A = \lg(I_0/I)$ .

Воспроизводимость измерений атомно-абсорбционного сигнала в пламени, достигаемая с помощью двухлучевых приборов, характеризуется значением стандартного отклонения 0,2...0,5 %. При тех же условиях однолучевые приборы лишь в редких случаях позволяют измерить сигнал с погрешностью 1 %. Но использование двухлучевых приборов связано с трех-пятикратной потерей света, что приводит к ухудшению соотношения сигнал—шум по сравнению с однолучевыми схемами.

Атомно-флуоресцентный спектральный анализ основан на фотонном возбуждении электронов (рис. 2.13). Флуоресценция  $F$ , то есть излучение, связанное с возвращением возбужденного электрона в основное состояние, регистрируется



**Рис. 2.13. Схемы электронных переходов и спектрометра:**

1 — источник света; 2 — атомизатор; 3 — монохроматор; 4 — детектор; 5 — усилитель; 6 — отсчетное устройство



под прямым углом к направлению возбуждающего излучения. Интенсивность флуоресцентного излучения  $I_F$  пропорциональна концентрации соответствующего элемента:

$$I_F = I_{\text{ист}} k c,$$

где  $I_{\text{ист}}$  — интенсивность излучения источника при соответствующей длине волны;  $k$  — константа пропорциональности, характерная для данного элемента и данного перехода;  $c$  — концентрация определяемого элемента.

Формула показывает, что чувствительность атомно-флуоресцентного определения зависит от интенсивности возбуждающего излучения. Поскольку существующие источники возбуждающего света относительно слабы, чувствительность атомно-флуоресцентного метода меньше, чем остальных методов атомной спектроскопии.

**Пламенно-фотометрический анализатор жидкости ПАЖ-2.** Предназначен для определения концентрации натрия, калия, лития, кальция и борной кислоты в растворах методом эмиссионной пламенной фотометрии по градуировочным графикам. Принцип его действия заключается в измерении интенсивности эмиссии атомов или молекул различных веществ, растворы которых вводят в виде аэрозоля в газоздушное пламя. Излучение возбуждаемых в пламени атомов или молекул выделяется с помощью интерференционных светофильтров и регистрируется фотометрической схемой прибора.

Прибор выполнен по однолучевой двухканальной схеме: первый канал предназначен для преобразования в электрический сигнал излучения пламени, обусловленного наличием в пламени определяемого вещества, второй канал — для преобразования фонового излучения пламени. Разность двух электрических сигналов преобразуется в выходной сигнал, вызывающий перемещение указателя измерительного прибора.

Анализатор состоит из фотометрического блока, блока питания, блока управления и панели управления, объединенных в единую конструкцию с помощью унифицированного приборного каркаса. Применять его для измерения концентрации конкретных элементов следует в соответствии с методиками выполнения измерений (ГОСТ 8.010).

Анализаторы имеют исполнение УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150 и предназначены для эксплуатации в сухих отапливаемых помещениях, оборудованных вентиляцией и не содержащих в воздухе агрессивных газов и паров жидкостей.

В комплект поставки входят: анализатор жидкости ПАЖ-2; мембранный специальный компрессор КМС-2; регулятор давления сжиженного газа РДСП/1,2 (ГОСТ 21805); баллон типов 3...5 (ГОСТ 15860); комплект запасных частей и принадлежностей; паспорт.

Диапазоны измеряемых концентраций и пределы обнаружения элементов приведены в таблице 2.6.

Предел допускаемого приведенного значения амплитуды колебаний указателя определяют по формуле

$$X = 0,05 + 0,05 (x/k),$$

где  $x$  — показание измерительного прибора фотометра;  $k$  — верхний предел измерения шкалы измерительного прибора.



## 2.6. Диапазоны измеряемых концентраций и пределы обнаружения элементов

| Определяемый элемент                            | Горючая смесь                          |               |                          |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|--------------------------|
|                                                 | пропан—бутан—воздух                    |               |                          |
|                                                 | Диапазон измеряемых концентраций, мг/л |               | Предел обнаружения, мг/л |
|                                                 | минимальный                            | максимальный  |                          |
| Na                                              | 0,005...0,025                          | 10...50       | 0,002                    |
| K                                               | 0,01...0,05                            | 10...50       | 0,004                    |
| Li                                              | 0,01...0,005                           | 10...50       | 0,004                    |
| Ca                                              | 0,014...0,07                           | 10...50       | 0,006                    |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> (борная кислота) | 40...200                               | 4000...20 000 | 16                       |

Продолжение

| Определяемый элемент                            | Горючая смесь                          |              |                          |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------|--------------------------|
|                                                 | природный газ—воздух                   |              |                          |
|                                                 | Диапазон измеряемых концентраций, мг/л |              | Предел обнаружения, мг/л |
|                                                 | минимальный                            | максимальный |                          |
| Na                                              | 0,01...0,05                            | 10...50      | 0,004                    |
| K                                               | 0,05...0,25                            | 10...50      | 0,020                    |
| Li                                              | 0,1...0,5                              | 10...50      | 0,040                    |
| Ca                                              | 0,1...0,5                              | 10...50      | 0,040                    |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> (борная кислота) | —                                      | —            | —                        |

### Основные технические данные

|                                                                                  |                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Время установления показаний, с                                                  | ≤ 30                              |
| Время предварительного прогноза, мин                                             | 30                                |
| Минимальный расход анализируемого раствора при давлении воздуха 0,08 МПа, мл/мин | 6                                 |
| Питание — от сети переменного тока:                                              |                                   |
| напряжение, В                                                                    | 220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub> |
| частота, Гц                                                                      | 50 ± 1                            |
| Потребляемая мощность (совместно с компрессором КМС-2), В · А                    | 200                               |
| Время непрерывной работы, ч                                                      | 8                                 |
| Вероятность безотказной работы за 1000 ч                                         | 0,9                               |
| Срок службы, лет                                                                 | 6                                 |
| Температура окружающей среды, °С                                                 | 10...35                           |
| Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %                         | ≤ 80                              |
| Габаритные размеры, мм:                                                          |                                   |
| фотометра                                                                        | 650×400×600                       |
| компрессора КМС-2                                                                | 352×210×304                       |
| баллона                                                                          | ∅ 300×960                         |



|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| Масса, кг:                       |        |
| фотометра                        | 40     |
| компрессора                      | 16     |
| баллона                          | 25     |
| Средний срок службы прибора, лет | 6      |
| Наработка фотометра на отказ, ч  | ≥ 8000 |

**Пламенный фотометр ФП-102.** Предназначен для определения содержания элементов Na, K, Ca в растворах методом эмиссионной пламенной фотометрии. В основу его работы положен эмиссионный спектральный метод. Интенсивность спектральной линии, получаемой при распылении пробы в пламени, преобразуется в электрический сигнал, значение которого пропорционально концентрации определяемого элемента.

Фотометр построен по модульному принципу и состоит из двух модулей фотоприемников, аналогового дифференциального усилителя и модуля цифровой обработки.

Определяемый элемент в виде распыленного раствора подают в пламя горелки. Горелка работает на горючей смеси пропан—бутан—воздух.

Модуль цифровой обработки, построенный на микросхемах средней степени интеграции, осуществляет автоматическую установку нуля прибора и масштабирование с заданным коэффициентом, обеспечивающим отсчет показаний (по цифровому табло) в единицах измерения концентрации.

В фотометре предусмотрены автоматические подстройка нуля и калибровка.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                    |                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Диапазоны определяемых концентраций водных растворов, мг/л:                                                                        |                                   |
| Na                                                                                                                                 | 0...5, 0...10                     |
| K                                                                                                                                  | 0...10                            |
| Ca                                                                                                                                 | 0...100                           |
| Время установления показаний, с                                                                                                    | ≤ 5                               |
| Нижний предел обнаружения элементов, мг/л:                                                                                         |                                   |
| по Na и K                                                                                                                          | 0,005                             |
| по Ca                                                                                                                              | 0,05                              |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности в оптимальном диапазоне определяемых концентраций | 0,015                             |
| Стабильность показаний, ч                                                                                                          | 1                                 |
| Время непрерывной работы с ежекасной подстройкой нуля, ч                                                                           | 8                                 |
| Средний срок службы прибора, лет                                                                                                   | 6                                 |
| Наработка фотометра на отказ, ч                                                                                                    | ≥ 8000                            |
| Габаритные размеры, мм                                                                                                             | 608×558×350                       |
| Масса, кг                                                                                                                          | 35                                |
| Питание от сети переменного тока:                                                                                                  |                                   |
| напряжение, В                                                                                                                      | 220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub> |
| частота, Гц                                                                                                                        | 50 ± 1                            |
| Потребляемая мощность, В · А                                                                                                       | ≤ 150                             |



**Спектрофотометр "Сатурн-3".** Предназначен для определения содержания элементов в анализируемой пробе после предварительной градуировки прибора на конкретный элемент по разработанным методикам анализа. Принцип его действия заключается в измерении поглощения резонансного излучения спектрального источника свободными атомами определяемого элемента (атомно-абсорбционный метод).

Спектральный диапазон и характеристики атомизаторов спектрофотометра обеспечивают возможность его использования для разработки и реализации методик проведения измерений концентрации до 70 элементов в жидких пробах.

Прибор выполнен по блочно-модульному принципу. Его выпускают в трех модификациях: "Сатурн-3-П1", "Сатурн-3-ПЭ1", "Сатурн-3-ПЭА1".

В спектрофотометрах "Сатурн-3-П1" используется устройство для пламенной атомизации пробы. Пробу подают вручную. Выходной сигнал в виде оптической плотности регистрируется цифровым индикатором и самопишущим прибором.

В спектрофотометрах "Сатурн-3-ПЭ1" применены устройства для пламенной и электротермической атомизации пробы. Проба подается автоматически. Выходной сигнал оптической плотности регистрируется цифровым индикатором, самопишущим прибором и цифропечатающим устройством.

В спектрофотометрах "Сатурн-3-ПЭА1" используются устройства для пламенной и электротермической атомизации и устройство для атомизации соединений ртути. Проба подается автоматически. Выходной сигнал в виде концентрации определяемого элемента регистрируется самопишущим прибором, цифропечатающим устройством и выдается на экран дисплея.

В комплект поставки спектрофотометра входят: устройство фотометрирования УФ-1; устройство для пламенной атомизации пробы ПА-1; устройство для электротермической атомизации пробы ЭТА-1; устройство для атомизации соединений ртути\* А-3; устройство для автоматического дозирования пробы в электротермической атомизатор\* ПДП-1; блок БОИС-1\*; самопишущий прибор; цифропечатающее устройство\*; комплект эксплуатационной документации.

Диапазоны измерений приведены в таблице 2.7, значения основной абсолютной погрешности — в таблице 2.8, а нижние пределы обнаружения элементов — в таблице 2.9.

#### 2.7. Диапазоны измерений спектрофотометра "Сатурн-3"

| Элемент  | Атомизатор         |                              |                                |
|----------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|
|          | пламенный,<br>мг/л | электротермический,<br>мкг/л | для соединений<br>ртути, мкг/л |
| Алюминий | 0...200            | —                            | —                              |
| Медь     | 0...10             | 0...150                      | —                              |
| Ртуть    | 0...500            | —                            | 0...50                         |

\* Блоки в комплекте модификации "Сатурн-3-П" не поставляются.



## 2.8. Нижние пределы обнаружения элементов

| Элемент  | Атомизатор         |                              |                                |
|----------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|
|          | пламенный,<br>мг/л | электротермический,<br>мкг/л | для соединений<br>ртути, мкг/л |
| Алюминий | 0,18               | —                            | —                              |
| Медь     | 0,004              | 0,5                          | —                              |
| Ртуть    | 0,4                | —                            | $\pm 0,35$                     |

## 2.9. Основная абсолютная погрешность измерения содержания элементов в пробе

| Элемент  | Атомизатор         |                              |                                |
|----------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|
|          | пламенный,<br>мг/л | электротермический,<br>мкг/л | для соединений<br>ртути, мкг/л |
| Алюминий | $3,3 \pm 0,06$     | —                            | —                              |
| Медь     | $0,2 \pm 0,06$     | $4 \pm 0,1$                  | $6 \pm 0,1$                    |
| Ртуть    | $20 \pm 0,06$      | —                            | —                              |

## Основные технические данные

|                                                                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Спектральный диапазон измерения оптической плотности, нм                                                                          | 190...855 |
| Погрешность установки длины волны, нм                                                                                             | $\pm 1$   |
| Разрешающая способность при ширине щели монохроматора 0,1 мм, нм                                                                  | 0,5       |
| Диапазон измерения оптической плотности, Б                                                                                        | 0...1     |
| Допускаемая основная погрешность измерения оптической плотности, %                                                                | $\pm 5$   |
| Диапазон компенсации неселективных спектральных помех, Б                                                                          | 0...0,3   |
| Допускаемая погрешность компенсации неселективных спектральных помех, % верхнего предела диапазона измерения оптической плотности | 5         |
| Наработка на отказ, ч:                                                                                                            |           |
| — "Сатурн-3-П1"                                                                                                                   | 3000      |
| — "Сатурн-3-ПЭ1"                                                                                                                  | 2500      |
| — "Сатурн-3-ПЭА1"                                                                                                                 | 2000      |

Допускаемые значения среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности спектрофотометра составляют 1/3 соответствующих значений основной абсолютной погрешности.

**Атомно-абсорбционный спектрофотометр С-115.** Предназначен для определения концентрации элементов в жидких пробах различного происхождения. В основу работы прибора положено явление поглощения света атомами определяемого элемента. Свет от источника резонансного излучения, проходящий через облако



атомного пара, поглощается атомами. О концентрации поглощающих атомов судят по значению поглощенного сигнала. В реальных условиях наблюдается близкая к линейной зависимость степени поглощения от концентрации определяемого элемента в пробе. Показания отсчитываются по цифровому табло, самописцу и ЦПУ в единицах оптической плотности и концентрации.

Прибор состоит из корпуса и шасси, отлитого из алюминиевого сплава. Верхняя площадка корпуса служит для размещения элементов оптики — монохроматора и осветительной части источников излучения; нижняя часть — для расположения электронной части прибора, системы газоподготовки и регулировки монохроматора.

Помещение, в котором устанавливают спектрофотометр, должно иметь приточно-вытяжную вентиляцию. Во избежание искажения результатов анализов воздух в помещении не должен содержать паров органических веществ, щелочей и пыли с определяемыми элементами. Баллоны с горючими газами и окислителем устанавливают в отдельном помещении.

В комплект поставки входят: спектрофотометр С-115; блок регистрации сигналов; термический атомизатор АТ-105; печатающее устройство Щ68000К; самопишущий прибор ЛКС4-003; автомат подачи проб А-101; диафрагменный компрессор СО-45А; комплект ЗИП; паспорт; методика поверки; методика приготовления проб.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                    |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Спектральный диапазон измерений, нм                                                                                                | 190...860             |
| Выделяемый спектральный интервал при щели 0,1 мм, нм                                                                               | $\leq 0,5$            |
| Диапазон измерений оптической плотности, мБ                                                                                        | 0...1500              |
| Диапазон измерения концентрации (количества вещества) веществ для различных типов атомизаторов:                                    |                       |
| распылитель — пламя, мкг/мл                                                                                                        | $10^{-2}...10^{-1}$   |
| графитовая печь, г                                                                                                                 | $10^{-12}...10^{-10}$ |
| капсула — пламя, г/с                                                                                                               | $10^{-11}...10^{-9}$  |
| Допускаемое относительное среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности для различных типов атомизаторов, % | 10                    |
| Компенсация неселективного поглощения, %                                                                                           | $\geq 80$             |
| Питание — от сети переменного тока:                                                                                                |                       |
| напряжение, В                                                                                                                      | $220^{+22}_{-33}$     |
| частота, Гц                                                                                                                        | $50 \pm 1$            |
| Габаритные размеры, мм                                                                                                             | 1010×500×710          |
| Масса, кг                                                                                                                          | 140                   |

**Атомно-абсорбционные спектрофотометрические комплексы КАС-120 и КАС-120.01.** Предназначены для определения концентрации химических элементов в жидких пробах по методикам, разработанным потребителем. Они позволяют проводить анализ содержания элементов в жидких пробах как методом атомной абсорбции, так и методом атомной эмиссии в различных режимах и могут работать



как в ручном режиме при наличии небольшого количества анализируемых проб, так и в автоматическом — при проведении массовых анализов.

Комплексы состоят из атомно-абсорбционного спектрофотометра С-115.М1, вычислительного комплекса "Искра-1256" и транспортера для подачи анализируемой пробы в спектрофотометр при работе с атомизатором распылитель—пламя.

Спектрофотометр С-115.М1 преобразует оптические свойства пробы в аналитический сигнал и осуществляет первичное преобразование аналитического сигнала.

Вычислительный комплекс "Искра-1256" управляет транспортером, обрабатывает аналитический сигнал по заданному алгоритму и выводит результаты обработки на дисплей АЦПУ.

Программное обеспечение, поставляемое с комплексами, позволяет:

выполнять последовательные измерения методом калибровки при наличии от одного до трех эталонных проб (рабочая программа измерений);

измерять оптическую плотность;

последовательно анализировать от 3 до 25 одинаковых проб с определением статистических характеристик:  $\bar{X}$  — среднее значение,  $\sigma$  — среднеквадратическое отклонение,  $\sigma_{\text{отн}}$  — относительное среднеквадратическое отклонение (статистика), в процессе измерения ошибочные результаты типа выброса не учитываются;

определять характеристики прибора:  $C$  — характеристическая концентрация,  $C_{\text{пр.обн}}$  — предел обнаружения (метрология).

Измерение на комплексах выполняют в однолучевом режиме. Возможна также работа в однолучевом режиме с корректором фона и с компенсацией медленного дрейфа базисной линии. Корректор фона наиболее эффективен при работе в диапазоне длин волн от 190 до 360 нм.

#### Основные технические данные

|                                                                                     |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Производительность в режиме работы с атомизатором распылитель—пламя, анализов в час | $\geq 250$        |
| Продолжительность непрерывной работы, ч                                             | $\geq 8$          |
| Питание — от сети переменного тока:                                                 |                   |
| напряжение, В                                                                       | $220^{+22}_{-33}$ |
| частота, Гц                                                                         | $50 \pm 1$        |
| Условия эксплуатации:                                                               |                   |
| температура воздуха, °С                                                             | 10...35           |
| относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %                            | 80                |
| давление, кПа                                                                       | 84...106          |
| Потребляемая мощность, кВт · А:                                                     |                   |
| с атомизатором распылитель—пламя                                                    | 0,5               |
| с электротермическим атомизатором                                                   | 5,0               |
| с кварцевым термическим атомизатором                                                | 0,25              |
| Габаритные размеры, мм                                                              | 1100×515×710      |
| Масса, кг                                                                           | 115               |

Разработчик — НПО "Аналитприбор".

**Анализатор "Ртуть-101".** Предназначен для определения содержания ртути в жидких образцах методом беспламенной атомной абсорбции. В основу его работы положено свойство атомов элементов поглощать световое излучение только определенной для данного элемента длины волны.



Для получения атомов ртути в анализаторе используют метод "холодного пара", заключающийся в выделении паров ртути в результате восстановленной реакции, протекающей в нормальных температурных условиях. Поглощение светового потока парами ртути измеряется на резонансной линии ртути 253,7 нм.

Прибор выполнен в виде двух блоков — генератора пара ртути и фотометра, соединенных между собой кабелем. Информация о содержании ртути выходит на цифровое табло блока фотометра. Кроме того, имеются выходы на самописец и цифропечать.

В комплект поставки анализатора входят: фотометр; генератор; комплект ЗИП; комплект эксплуатационных документов; методика поверки; технологическая инструкция по приготовлению обессоленной воды.

#### Основные технические данные

|                                                                                                 |                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Диапазон измерения содержания ртути в пробе, мг                                                 | 0...1                                      |
| Предел обнаружения содержания ртути в пробе, мг                                                 | 0,2                                        |
| Относительное среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности измерения, % | 2                                          |
| Допускаемая приведенная погрешность анализатора, %                                              | $\pm 5$                                    |
| Объем пробы для одного анализа, мл                                                              | 1...100                                    |
| Время одного анализа, мин                                                                       | $1 \pm 0,2$ ; $2 \pm 0,4$ ;<br>$4 \pm 0,6$ |
| Отсчет показаний по четырехзначному цифровому табло                                             | 1000                                       |
| Электрическое питание — от сети однофазного тока:                                               |                                            |
| напряжение, В                                                                                   | $220^{+22}_{-33}$                          |
| частота, Гц                                                                                     | $50 \pm 1$                                 |
| Потребляемая мощность, В · А                                                                    | 80                                         |
| Средний срок службы до полного износа, лет                                                      | 6                                          |
| Габаритные размеры блоков, мм:                                                                  |                                            |
| генератора                                                                                      | 520×330×300                                |
| фотометра                                                                                       | 470×330×300                                |
| Масса блоков, кг                                                                                |                                            |
| генератора                                                                                      | 19                                         |
| фотометра                                                                                       | 17                                         |

**Анализатор ртути РТ-102.** Предназначен для определения содержания ртути в жидких пробах. В основу его работы положено свойство атомов элементов поглощать световое излучение только на определенной для данного элемента длине волны. Для получения атомов ртути в анализаторе используется метод "холодного пара", заключающийся в выделении паров ртути в результате восстановительной реакции, протекающей при нормальных температурных условиях. Поглощение паров ртути измеряется на резонансной линии ртути 253,7 нм.

Функционально прибор состоит из генератора паров ртути, фотометра, устройства аналого-цифровой обработки, устройства управления, блоков питания, панели управления. В генераторе паров ртути осуществляются дозирование реактива, выделение паров ртути, очистка их от влаги, поглощение ртути по окончании измерения.



Фотометр состоит из светошариковой лампы, помещенной в катушку-индуктор высокочастотного генератора, кюветы, через которую проходит воздух с парами ртути, фотоумножителя и предварительного усилителя. Свет, прошедший через кювету, попадает на фотоумножитель и преобразуется в электрический сигнал, усиливаемый предварительным усилителем. Степень уменьшения интенсивности светового потока, происходящего в результате поглощения его парами ртути, и служит мерой их концентрации.

Устройство аналого-цифровой обработки содержит: логарифмический и аналого-цифровой преобразователь; память начального уровня сигнала; устройство вычитания; устройство интегрирования; мультиплексор; память нулевой пробы; память калибровочной пробы; устройство масштабирования и устройство вывода.

Анализатор выполнен в виде двух блоков — генератора и фотометра на блочном приборном каркасе.

В фотометре расположен светоприемник, в котором находятся генератор с высокочастотной лампой ВСБ-2, кюветой  $l = 220$  мм (или кюветой  $l = 22$  мм) и фотоэлектронный умножитель ФЭУ-142. На переднюю панель вынесены профильный микроамперметр М 4248, программные переключатели ПП 10Х, индикаторы Ф 239ІГ.

Генератор состоит из дозатора, расходомера, трех фильтров, отстойника и осушителя. В нем использован микрокомпрессор МК-Л2. Фотометр и генератор связаны силиконовыми трубками.

Выходной сигнал анализатора на самописец в аналоговой форме — в диапазоне от 0 до 100 мВ, выходной сигнал анализатора в цифровой форме — в конце 1—2—4—8. Запуск внешнего устройства — логической единицей.

Анализатор — восстанавливаемое, ремонтируемое, однофункциональное изделие.

Принятый закон распределения времени безотказной работы — экспоненциальный.

Отсчет показаний осуществляется по цифровому табло анализатора и на ленте цифropечатающего устройства.

В комплект поставки анализатора входят: фотометр; генератор; соединительный шнур; лабораторный компенсационный самопишущий прибор ЛКСА-003; комплект запасных частей; паспорт; методика поверки; методика приготовления градуировочных и поверочных растворов ртути.

## Основные технические данные

Диапазоны измерения:

|                                            |          |
|--------------------------------------------|----------|
| содержания ртути в пробе, нг               | 0...100  |
| » в реакторе объемом 5 мл, нг              | 0...1000 |
| массовой концентрации ртути в пробе, мкг/л | 0...10   |
| в реакторе объемом 20 мл, мкг/л            | 0...100  |

Объем пробы, мл:

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| при работе с прибором Рихтера | 5  |
| » » с реактором               | 20 |

Время продува пробы, с 0...990



|                                                          |                                   |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Время одного измерения, с                                | 0...990                           |
| Уровень логического нуля, В                              | 0...0,4                           |
| Уровень логической единицы, В                            | 2,3...4,5                         |
| Питание. — от сети однофазного переменного тока:         |                                   |
| напряжение, В                                            | 220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub> |
| частота, Гц                                              | 50 ± 1                            |
| Потребляемая мощность (энергопотребление), В · А         | Не более 140                      |
| Средний срок службы, лет                                 | Не менее 8                        |
| Габаритные размеры, мм:                                  |                                   |
| фотометра                                                | 520×480×294                       |
| генератора                                               | 347×334×188                       |
| Масса, кг:                                               |                                   |
| фотометра                                                | 17,5                              |
| генератора                                               | 7,0                               |
| Температура окружающего воздуха, °С                      | 10...35                           |
| Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % | 80                                |
| Атмосферное давление, МПа                                | 0,1 ± 0,003                       |
| Средний срок службы прибора, лет                         | 6                                 |

**Термический кварцевый атомизатор АТ-101.** Предназначен для работы в комплекте с атомно-абсорбционными спектрофотометрами в качестве генератора паров ртути и других легколетучих элементов. В основу его работы положен метод генерирования гидридов и последующего термического разложения гидридов до атомарного состояния.

В атомизаторе используется инертный газ (аргон) для продува пробы, дозирования восстановителя, барботажа пробы в период восстановительной реакции, а также для переноса гидридов в кювету. Кроме того, аргоном обдувают торцы кюветы для того, чтобы исключить воспламенение водорода, выделяющегося в результате термического разложения гидридов. Пробу продувают аргоном в течение 10 с до дозирования восстановительного раствора в реактор. Продув пробы не прекращают ни в момент дозирования, ни в течение всего цикла анализа.

Интенсивное перемешивание пробы струей аргона с отдозированным в нее восстановителем способствует ускорению восстановительной реакции и выносу гидридов из реактора. Далее гидриды транспортируются в кювету через отбойник. В отбойнике гидриды осушаются. Конденсируемая влага осаждается, а гидриды, лишенные влаги, вдуваются в кювету. В кювете осуществляется термическое разложение гидрида элемента на атомы.

Атомизатор состоит из блока управления термическим атомизатором и кюветы, соединенных между собой шлангами и кабелем. Корпус блока управления термическим атомизатором — коробчатой конструкции.

Кювета представляет собой кварцевую трубку внутренним диаметром 10 мм, длиной 160 мм. Трубка нагревается до 900 °С спиралью из нихромовой проволоки диаметром 0,15 мм, длиной 2 600 мм. Потребляемая мощность — 250 В · А. Температуру нагрева регулируют в зависимости от анализируемого элемента.



## Основные технические данные

|                                                                       |                  |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------|
| Диапазон массовых концентраций растворов соли ртути, мг/л             | 0,001...0,01     |
| Объем пробы для одного анализа, мл                                    | 3                |
| Предел обнаружения, мкг                                               | 0,0036           |
| Объем дозируемого восстановителя, мл                                  | $2 \pm 0,4$      |
| Время предварительного продува пробы до дозирования восстановителя, с | $10 \pm 2$       |
| Максимальная температура прогрева кюветы, °С                          | До $900 \pm 100$ |
| Питание — от сети переменного тока:                                   |                  |
| напряжение, В                                                         | 220              |
| частота, Гц                                                           | 50               |
| Потребляемая мощность, В · А                                          | 600              |
| Наработка на отказ, ч                                                 | 15 750           |
| Средний срок службы, лет                                              | 8                |
| Температура окружающего воздуха, °С                                   | 10...35          |
| Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %              | $\leq 80$        |
| Габаритные размеры атомизатора, мм                                    | 315×530×430      |
| Масса, кг                                                             | 24,5             |

**Атомно-флуоресцентный анализатор "Спираль-11".** Предназначен для анализа природных и сточных вод, объектов окружающей среды на содержание токсичных металлов. Прибор работает по принципу атомной флуоресценции с электротермической атомизацией пробы и использованием бездисперсионной оптической системы. В качестве электротермического атомизатора впервые применена вольфрамовая спираль, выгодно отличающаяся от графитовых трубчатых печей небольшой потребляемой электрической мощностью (20...30 В · А), отсутствием водяного охлаждения, стабильностью аналитических характеристик и большим сроком службы.

Анализатор оснащен многоспиральным атомизирующим устройством, что позволило повысить производительность анализа в два-три раза по сравнению с графитовыми печами. Применение персонального компьютера, турели для ламп с полым катодом, автоматического пробоотборника оригинальной конструкции без использования микродозатора, а также другие новинки позволили получить высокоавтоматизированный прибор, простой и удобный в эксплуатации. Благодаря высокой скорости нагрева вольфрамового спирального атомизатора, превышающей в сотни раз скорость нагрева графитовых печей, при небольших размерах зоны атомизации получены низкие пределы обнаружения широкого круга элементов, не уступающие техническим характеристикам традиционных электротермических атомизаторов.

Прибор состоит из трех блоков — атомизатора, регистрации, персональной ЭВМ (комплектно не поставляется).

## Основные технические данные

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| Напряжение питания, В        | 220 |
| Потребляемая мощность, В · А | 280 |



Габаритные размеры блока, мм:

атолизатора

430×320×200

регистрации

420×350×200

Масса блока, кг:

атолизатора

12

регистрации

17

**Рентгеновский аналитический комплекс СРМ-21.** Предназначен для проведения рентгеноспектрального анализа дискретных проб твердых, жидких и порошковых материалов на заранее выбранные 26 химических элементов в диапазоне от фтора до урана. Под действием первичного излучения рентгеновской трубки в анализируемом образце возбуждается вторичное флуоресцентное излучение, содержащее характеристические рентгеновские линии каждого из химических элементов, входящих в состав образца. Флуоресцентное излучение от образца поступает в спектрометрические каналы (число их равно числу анализируемых элементов). В каждом канале с помощью кристалла-анализатора выделяется анализируемая линия исследуемого элемента и направляется на входное окно детектора рентгеновского излучения. Электрический сигнал, снимаемый с детектора и усиливаемый предусилителем, а затем линейным усилителем, проходит через дискриминатор, отсекающий шумы и мешающие импульсы.

Информация накапливается в счетчиках импульсов. Сумма импульсов, набранная за определенный промежуток времени, характеризует скорость счета для данной аналитической линии.

Комплекс обеспечивает проведение анализа по методу постоянного времени, при котором счет импульсов осуществляется в течение заданного промежутка времени. Используя градуировочные кривые, полученные при измерении образцов с известным химическим составом, или математические зависимости, можно по результатам измерения скорости счета определить процентное содержание анализируемого элемента в пробе.

Управление аппаратом осуществляется от вычислительного комплекса 15ВУМС-28-025.

Условия эксплуатации комплекса — УХЛ42, ГОСТ 15150.

В комплект поставки комплекта СРМ-21 входят: блок электрического подключения (БЭП); стойка питания; оперативный стол; стойка автоматического управления (САУ); вычислительный комплекс 15ВУМС-28-025 (ВК); запасные части, инструмент и принадлежности согласно ведомости; комплект монтажных частей; ведомость эксплуатационных документов; комплект эксплуатационной документации согласно ведомости.

Проверка комплекса СРМ-21 осуществляется в соответствии с методическими указаниями, входящими в комплект поставки. При проверке в условиях эксплуатации или после ремонта применяют контрольные образцы, изготовленные в соответствии с инструкцией по приготовлению контрольных образцов, дозиметр ДРГЗ-02.

Нижние пределы скоростей счета на контрольных образцах, содержащих 1 % определяемого элемента (наполнитель — борная кислота  $H_3BO_3$ ), и контрастностей (отношение скорости счета на контрольных образцах к скорости счета на контрольном фоновом образце — борная кислота  $H_3BO_3$ ) приведены в таблице 2.10.



## 2.10. Нижние пределы скоростей счета на контрольных образцах и контрастностей

| Аналитическая линия | Длина волны,<br>нм | Скорость счета,<br>с <sup>-1</sup> | Контрастность<br>К |
|---------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| Na Kd               | 1,189              | ≥ 120                              | ≥ 1,5              |
| Co Kd               | 0,179              | ≥ 200000                           | ≥ 150              |
| Mo Kd               | 0,071              | ≥ 160000                           | ≥ 30               |

### Основные технические данные

|                                                                      |               |
|----------------------------------------------------------------------|---------------|
| Число одновременно анализируемых элементов                           | 26            |
| Допускаемая основная аппаратурная погрешность, %                     | 0,2           |
| Сходимость показаний комплекса за 6 ч непрерывной работы, %          | ≤ 0,5         |
| Производительность комплекса при времени экспозиции 10 с, проб в час | ≥ 100         |
| Полный срок службы комплекса, лет                                    | ≥ 8           |
| Габаритные размеры, мм:                                              |               |
| оперативного стола                                                   | 1200×1100×410 |
| САУ                                                                  | 650×580×1200  |
| стойки питания                                                       | 650×580×1200  |
| стойки ВК                                                            | 985×610×1880  |
| дисплея ВК                                                           | 750×460×420   |
| цифropечати ВК                                                       | 500×880×900   |
| БЭП                                                                  | 180×260×290   |

### Масса, кг:

|                    |     |
|--------------------|-----|
| оперативного стола | 510 |
| САУ                | 220 |
| стойки питания     | 180 |
| ВК                 | 170 |
| дисплея ВК         | 75  |
| цифropечати ВК     | 85  |
| БЭП                | 6   |
| общая комплекса    | 920 |

**Рентгеновский многоканальный спектрометр СРМ-25.** Предназначен для анализа дискретных проб материалов флуоресцентным рентгеноспектральным методом на одновременно любые восемь, двенадцать или шестнадцать химических элементов в диапазоне от фтора до урана, исключая инертные газы. В нем реализуется принцип пропорциональности интенсивности характеристического излучения анализируемого элемента его процентному содержанию в исследуемом образце.

Спектрометр СРМ-25 состоит из спектрометрического устройства, рентгеновского питающего устройства, системы измерения и управления, газового поста, системы водяного охлаждения и вычислительного комплекса. Первые три части объединены в единую конструкцию, что в целом составляет аналитическую стойку. Рентгеновское питающее устройство и система измерения и управления размещены в нижней части стойки, а сверху устанавливается спектрометрическое



устройство. Наличие удобно открывающихся дверей и легкоъемных панелей обеспечивает легкий доступ ко всем элементам спектрометра.

Управление работой спектрометра и расчет концентраций анализируемых элементов осуществляются электронно-вычислительным комплексом. Предусмотрена работа спектрометра также в автономном режиме без ЭВМ, но с выводом результатов измерений интенсивностей рентгеновского излучения на цифropечатающее устройство. Спектрометр снабжен рентгеновской трубкой ЗРХВ1 с торцевым выводом излучения и заземленным катодом. Спектрометрические каналы выполнены по схеме Иогансона, фиксированные.

Спектрометр СРМ-25 имеет шесть модификаций, отличающихся максимальным числом анализируемых элементов (каналов) и наличием или отсутствием комплекта обработки информации СОИРС: СРМ-25-8 — восемь анализируемых элементов; СРМ-25-12 — двенадцать анализируемых элементов; СРМ-25-16 — шестнадцать анализируемых элементов; СРМ-25-8-С — восемь анализируемых элементов с комплектом СОИРС; СРМ-25-12-С — двенадцать анализируемых элементов с комплектом СОИРС; СРМ-25-16-С — шестнадцать анализируемых элементов с комплектом СОИРС.

В комплект поставки спектрометров СРМ-25-8-С, СРМ-25-12-С, СРМ-25-16-С входят: аналитическая стойка; электронно-клавишная вычислительная машина "Искра-108Д"; газовый пост; система водяного охлаждения; комплект системы обработки информации СОИРС, включающий вычислительный комплекс 15 ВУМС-28-025 (ВК); комплект программного обеспечения, кабель; комплект монтажных частей; комплект запасных частей, инструмента и принадлежностей; комплект эксплуатационных документов.

Комплект поставки спектрометров СРМ-25-8, СРМ-25-12, СРМ-25-16 включает вышеперечисленные составные части, кроме комплекта системы обработки информации СОИРС.

Проверку спектрометра СРМ-25 проводят один раз в 2 года по методическим указаниям, входящим в комплект поставки.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Число последовательно анализируемых проб по заданной программе                                                 | 16                |
| Допускаемая основная аппаратурная погрешность, %                                                               | 0,2               |
| Нижний предел скорости счета на контрольных образцах для каждого анализируемого элемента, импульсов в секунду: |                   |
| Na Kd <sub>1</sub>                                                                                             | 100               |
| Co Kd <sub>1</sub>                                                                                             | 10 000            |
| Mo Kd <sub>1</sub>                                                                                             | 150 000           |
| Производительность при времени экспозиции 20 с, проб в час                                                     | 60                |
| Время анализа одной пробы (экспрессность), с                                                                   | 40                |
| Полная потребляемая мощность, кВт · А                                                                          | 11                |
| Питание — от электрической сети общего назначения:                                                             |                   |
| номинальное напряжение, В                                                                                      | 380/220           |
| допускаемое отклонение от номинального напряжения, %                                                           | ± 10              |
| частота, Гц                                                                                                    | 50 ± 1 или 60 ± 1 |



|                                                                                                                                                                                                                 |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Пределы регулирования напряжения анода рентгеновской трубки ступенями через 1 кВ с отклонением от установленного значения $\pm 0,5$ , кВ                                                                        | 30...60       |
| Пределы регулирования тока анода рентгеновской трубки ступенями через 1 мА с отклонением от установленного значения на $\pm 0,5$ , мА                                                                           | 5...70        |
| Предел относительного изменения напряжения и тока анода рентгеновской трубки в режиме работы при напряжении анода от 30 до 60 кВ и токе анода от 10 до 70 мА при отклонении напряжения питающей сети на 10 %, % | 0,02          |
| Полярность напряжения анода рентгеновской трубки                                                                                                                                                                | Положительная |
| Площадь занимаемого пола, м <sup>2</sup> :                                                                                                                                                                      |               |
| с ВК                                                                                                                                                                                                            | $\leq 2,97$   |
| без ВК                                                                                                                                                                                                          | $\leq 1,67$   |
| Полный средний срок службы, лет                                                                                                                                                                                 | 8             |
| Масса, кг:                                                                                                                                                                                                      |               |
| с ВК                                                                                                                                                                                                            | 1420          |
| без ВК                                                                                                                                                                                                          | 1150          |

**Рентгенофлуоресцентный аппарат АРСП-2.** Предназначен для идентификации и установления состава промышленных сточных вод, содержащих тяжелые металлы и другие элементы, расположенные в Периодической системе между калием К (19) и ураном U (92). Им можно определять концентрацию растворенных в воде элементов без подготовки пробы от  $10^3$  % и выше.

Для измерения концентраций на 1...3 порядка ниже требуется концентрирование. Аппарат обеспечен методиками ионообменного концентрирования из сточных вод тяжелых металлов, в том числе хрома, железа, никеля, меди, цинка, позволяющими их определять на уровне  $10^{-4}$ ... $10^{-6}$  %.

Принцип его действия основан на возбуждении вторичного рентгеновского флуоресцентного излучения под воздействием падающего на образец потока рентгеновского излучения от трубки.

Флуоресцентное излучение элементов в образце регистрируется полупроводниковым детектором Si (Li), преобразуется им в последовательность импульсов напряжения, которая усиливается предусилителем и после формирования и усиления в аналоговом процессоре поступает для обработки в многоканальный комплект МК-1-02. После обработки информации в ЭВМ по специальным программам на печатающем устройстве выводятся данные о содержании элементов в пробе.

Изменение групп определяемых элементов осуществляется путем регулирования напряжения питания и смены комплектуемых источников возбуждения.

В аппарате предусмотрены два режима работы: 1 — автоматический; 2 — ручной (с участием оператора).

В режиме 1 анализируемая проба протекает через проточную измерительную кювету, при этом аппарат обеспечивает выдачу информации об изменении концентраций заранее выбранной группы из 5...7 элементов, расположенных в Периодической системе в порядке возрастания атомных весов, например хрома, железа, никеля, меди, цинка и т. д.



В режиме 2 оператор может, используя непроточные кюветы, осуществлять анализ выборочно по всем элементам от К (19) до U (92), изменяя напряжение питания и устанавливая источники возбуждения с различными анодами — медным, серебряным, вольфрамовым.

Конструктивно аппарат выполнен в виде двух функционально независимых устройств, размещенных в стойке и двух тумбах, и содержит следующие блоки: аналитический, детектирования, аналоговый процессор, комплект сбора и обработки информации, включающий ЭВМ "Искра-1256".

Скорость счета на контрольных образцах для анализируемых элементов приведена в таблице 2.11.

## 2.11. Скорость счета для анализируемых элементов

| Анализируемая линия | Режим работы рентгеновской трубки |          | Скорость счета, $c^{-1}$ |
|---------------------|-----------------------------------|----------|--------------------------|
|                     | напряжение, кВ                    | ток, мкА |                          |
| Ti Ka               | 16                                | 40       | 50                       |
| Cu Ka               | 20                                | 40       | 100                      |
| Mo Ka               | 24                                | 40       | 100                      |
| Pb Ka               | 24                                | 40       | 100                      |

## Основные технические данные

|                                                                                                        |                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Число одновременно идентифицируемых элементов, содержащихся в пробе при одной экспозиции               | 5...7                                                                     |
| Допускаемая основная аппаратурная погрешность, %                                                       | $\pm 2$                                                                   |
| Энергетическое разрешение аппарата на линии 0,944 фДж (5,9 кэВ) при средней частоте входных импульсов: |                                                                           |
| $10^3 c^{-1}$                                                                                          | 0,0416 (260)                                                              |
| $10^4 c^{-1}$                                                                                          | 0,0480 (300)                                                              |
| Диапазон концентраций определяемых элементов без подготовки пробы, %                                   | $10^{-3}...100$                                                           |
| Продолжительность определения концентрации, мин                                                        | 1,5...5                                                                   |
| Пределы обнаружения тяжелых металлов без концентрирования, %                                           | $5 \cdot 10^{-3}...10^{-3}$                                               |
| Пределы обнаружения тяжелых металлов, сконцентрированных на ионообменных образцах, %                   | $10^{-4}...10^{-6}$                                                       |
| Продолжительность концентрирования, мин                                                                | 20...60                                                                   |
| Виды измерительных кювет                                                                               | 1 проточная для жидкой пробы, 5 непроточных для жидких и твердых образцов |
| Напряжение питания, В                                                                                  | 220                                                                       |
| Частота переменного тока, Гц                                                                           | 50                                                                        |
| Потребляемая мощность, кВт                                                                             | $\leq 2$                                                                  |
| Масса аппарата, кг                                                                                     | $\leq 400$                                                                |
| Установочная площадь под аппарат, $m^2$                                                                | $\geq 10$                                                                 |



## 2.3. МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Масс-спектрометрический метод заключается в измерении массы молекул или атомов вещества. В основе этого метода лежит свойство заряженных частиц — ионов вещества менять направление или скорость своего движения в электрическом или магнитном полях в зависимости от отношения массы частицы к ее заряду. При проведении исследований по этому методу выполняют следующие операции: перевод образцов твердых и жидких сред в газообразные; перевод молекул анализируемого вещества в положительные ионы и формирование ионного пучка; разделение ионного пучка по массам в магнитном или электрическом поле; улавливание ионов; раздельное измерение и регистрация ионных токов каждой составляющей ионного пучка.

При распределении ионов по массам на пучки и их относительным интенсивностям образуется масс-спектр, из которого получают различную информацию о молекулах веществ, введенных в прибор. По относительной интенсивности каждого выделенного пучка определяют концентрации компонентов анализируемой смеси, а по масс-спектрам — точные формулы молекул и молекулярные массы.

Прибор, реализующий описанный метод измерения, называют масс-спектрометром (рис. 2.14).

Системой введения анализируемое вещество подают в ионизатор, где молекулы превращаются в ионы. В случае твердых и жидких проб ионизатор включает испаритель, превращающий пробу в газообразное состояние.

Для ионизации пробу облучают фотонами, ионами, воздействуют на нее электрическим полем и др. Образующиеся положительно заряженные ионы проходят через пластины, между которыми наводится электрическое поле с разностью потенциалов несколько тысяч вольт. Остатки неионизированного вещества удаляют вакуумным насосом. Быстро движущиеся ионы попадают в магнитное поле напряженностью  $H$ . При этом в зависимости от массы иона, его

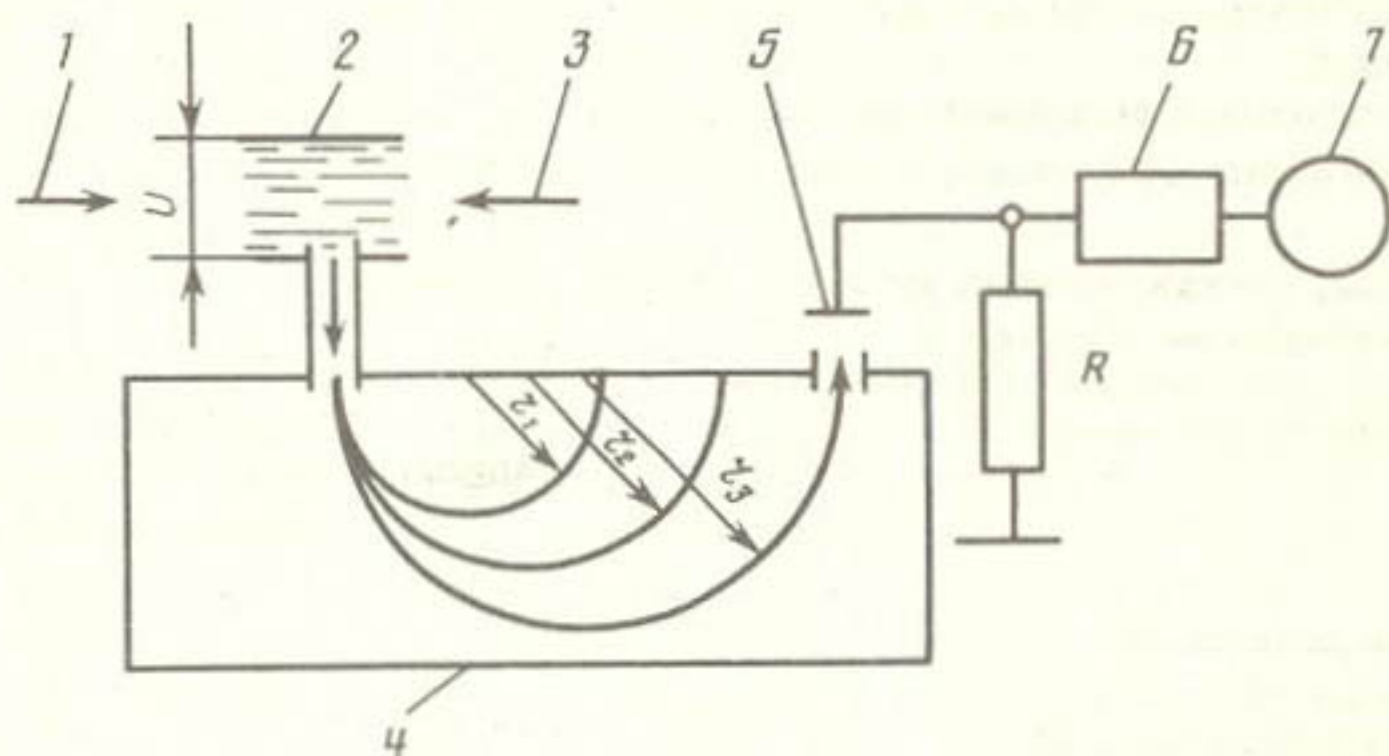


Рис. 2.14. Схема масс-спектрометра:

1 — газ; 2 — ионизационная камера; 3 — пучок электронов; 4 — камера; 5 — коллектор; 6 — усилитель; 7 — измерительный прибор



заряда и соотношения ускоряющего напряжения и напряженности магнитного поля эти ионы начинают двигаться по траекториям различного радиуса.

Масс-спектры получают, одновременно регистрируя все ионные пучки на одной фотопластинке (масс-спектрография) или непрерывно изменяя радиусы (варьируя  $H$  или напряжение  $U$ ) так, что различные пучки ионов достигают улавливающего электрода последовательно (масс-спектрометрия). Спектры регистрируются на ленточном самописце или с помощью осциллографа.

Одна из основных характеристик масс-спектрометра — его разрешающая способность. Она отражает способность прибора разделять линии, относящиеся к ионам с близкими массами. Считается, что два пика равной высоты разрешены, если в промежутке между ними интенсивность не превышает 10 % высоты пика. Отсюда разрешающая способность системы определяется как относительная разность масс для двух ионов, линии которых можно разрешить. Часто разрешающую способность выражают обратной величиной.

Значение необходимого разрешения зависит от задачи, которую необходимо решить. При увеличении разрешающей способности масс-спектр становится более сложным, и его интерпретация затрудняется. Разрешающая способность простейших приборов лежит в пределах 200...2 000. Масс-спектрометры высокого разрешения обладают разрешающей способностью 20 000...200 000.

Для точных измерений масс регистрируют одновременно спектры образца и калибровочного соединения. Это соединение (обычно фторсодержащее) должно давать в масс-спектре линии ионизированных фрагментов известного состава, которые можно легко идентифицировать.

В последнее время разработаны устройства, передающие информацию с детектора на ЭВМ, что ускоряет обработку данных и дает возможность непосредственно получать концентрационные характеристики. Масс-спектры многих веществ представлены в специальных атласах в виде спектрограмм или таблиц.

Масс-спектрометрический метод дает возможность установить состав газообразных, жидких и твердых веществ независимо от их физических и химических свойств. Он относится к одним из наиболее совершенных универсальных современных методов анализа. Его преимущества: возможность определения многих компонентов сложных смесей; малое количество анализируемого вещества; достаточно высокая скорость проведения анализа вещества и высокая чувствительность (до 0,001 %).

**Масс-спектрометр МХ-1321.** Это лабораторный прибор периодического действия, предназначенный: для получения информации о структуре сложных химических соединений и элементном составе исходного вещества, идентификации неизвестных химических соединений, идентификации фракций, разделенных газовым хроматографом; анализа качественного и количественного состава смесей газов, жидкостей и твердых веществ, переходящих в газообразное состояние при температурах до 300 °С в системе ввода пробы (СВП) и до 400 °С — в системе прямого ввода пробы (СПВП); обнаружения и контроля микропримесей органического и неорганического происхождения в чистых веществах.

Действие масс-спектрометра основано на пространственном разделении ионизированных частиц исследуемого вещества по направлению и скоростям с помощью последовательно расположенных электростатического и магнитного анализаторов.



Ионно-оптическая система масс-спектрометра с двойной фокусировкой состоит из последовательно расположенных энергоанализатора, в электрическом поле которого происходит разделение ионов по энергиям, и масс-анализатора, в магнитном поле которого происходит разделение ионов по массам. Двойная фокусировка ионов обеспечивает устойчивую работу масс-спектрометра в режиме высокой разрешающей способности и принципиально необходима при выполнении точных (до миллионных долей атомных единиц массы) измерений относительной разности масс ионов.

Разделение ионов по массам и их фокусировка осуществляются в магнитном поле масс-анализатора в условиях высокого вакуума, получение и поддержание которого обеспечиваются высоковакуумной системой откачки масс-спектрометра.

Процесс образования ионов исследуемого вещества, ускорение и формирование полученных ионов в пучок заданной формы происходят в источнике ионов, который так же, как и масс-анализатор, работает в условиях высокого вакуума.

Ионный ток преобразуется в электронный приемником ионов, выполненным на базе вторично-электронного умножителя ВЭУ-2А.

Широкополосным усилителем ШУС обеспечивается возможность одновременной регистрации спектров с помощью счетчика ионов и аналого-цифрового преобразователя.

Регистрация и обработка спектральной информации в реальном и вторичном масштабах времени осуществляются измерительно-вычислительным комплексом ИВК-АП, изготовленным на базе ЭВМ семейства "Электроника-60" (15 ВУМС-28-025). Соединение масс-спектрометра МХ-1321 с ИВК-АП выполнено по нескольким аналоговым и специальному цифровому каналам. Исходные данные и режим работы МХ-1321 и ИВК-АП задаются оператором в режиме диалога человек — ЭВМ с помощью клавиатуры алфавитно-цифрового терминала. Вывод информации возможен на следующие устройства: алфавитно-цифровой дисплей; алфавитно-цифровое печатающее устройство; графопостроитель Н305; самописец ЛКС4.

Информация о спектрах, хроматограммах и эффузиограммах хранится в устройстве внешней памяти на гибких магнитных дисках, что позволяет накапливать информацию, осуществлять статистическую обработку, обработку во вторичном масштабе времени.

Исследуемое вещество вводится в масс-спектрометр через одно из трех устройств напуска: систему ввода пробы (СВП); систему прямого ввода пробы (СПВП); хроматографическую приставку ПХ-1П.

Количественный состав смеси определяют по хроматограмме, которая регистрируется на диаграммной ленте лабораторного компенсационного самописца ЛКС4. Идентификацию хроматографических фракций выполняют по масс-спектрам, записанным на светолучевом осциллографе на вершинах хроматографических пиков.

Автоматическое определение элементного состава осуществляется на основе вычислительных точных значений масс ионов спектра.

В комплект поставки входят: стойки управления и контроля масс-анализатора и регистрации; хроматографическая приборная приставка ПХ-1П; измеритель-



но-вычислительный комплекс ИВК-АП; комплекты монтажных, соединительных и запасных частей, инструмента и принадлежностей; эксплуатационные документы; ведомость эксплуатационных документов.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                                                             |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Максимальная разрешающая способность по смеси газов азот — окись углерода на уровне 10 % высоты пиков спектра масс                                                          | $\geq 20\,000$         |
| Чувствительность по метилстеарату при разрешающей способности 10 000 (при работе с системой прямого ввода пробы), Кл/г                                                      | $\geq 1 \cdot 10^{-5}$ |
| Допускаемая погрешность измерения относительной разности масс при относительной разности масс не более 10 % и ионном токе наблюдаемых пиков масс-спектра $1 \cdot 10^{-12}$ | $\pm 3 \cdot 10^{-6}$  |
| Диапазон массовых чисел                                                                                                                                                     | 1...4000               |
| Сходимость показаний при записи масс-спектров хроматографических фракций, %                                                                                                 | $\leq 5$               |

#### Технические характеристики масс-спектрометра МХ-1321 с измерительно-вычислительным комплексом ИВК-АП

|                                                                                                                                          |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Относительная погрешность определения точных значений масс ионов в спектре по реперному веществу в диапазоне массовых чисел от 10 до 100 | $\pm 5 \cdot 10^{-6}$  |
| Относительная погрешность определения молекулярной массы веществ в эффузиометрическом режиме измерения, %                                | $\pm 2$                |
| Динамический диапазон входного сигнала при одновременной регистрации ионного тока счетчиком ионов и аналого-цифровым преобразователем    | $1 \cdot 10^9$         |
| Диапазон ионных токов, регистрируемых счетчиком ионов, ион/с                                                                             | $3 \dots 3 \cdot 10^4$ |
| Минимальное время развертки при регистрации не более 1 000 пиков при разрешающей способности порядка 5 000 на декаду масс, с             | $\leq 20$              |

**Масс-спектрометр МХ-1321А.** Предназначен для получения информации о структуре и элементном составе исследуемых веществ, о качественном и количественном составе смесей органических и неорганических соединений, обнаружения и контроля содержания микропримесей в чистых веществах. Действие его основано на пространственном разделении ионизированных частиц исследуемого вещества по направлению и скоростям с помощью последовательно расположенных электростатического и магнитного анализаторов.

Ионно-оптическая система масс-спектрометра состоит из последовательно расположенных энергоанализатора, в электрическом поле которого осуществляется разделение ионов по энергиям, и масс-анализатора, в магнитном поле которого происходит разделение ионов по массам. Двойная фокусировка ионов обеспечивает устойчивую работу прибора в режиме высокой разрешающей способности и



принципиально необходима при выполнении точных измерений относительной разности масс ионов.

Разделение ионов по массам и их фокусировка осуществляются в магнитном поле масс-анализатора в условиях высокого вакуума, получение и поддержание которого обеспечивает высоковакуумная система откачки.

Процесс образования ионов исследуемого вещества, ускорение и формирование полученных ионов в пучок заданной формы происходят в источнике ионов. В состав масс-спектрометра входят три источника ионов: 1) с ионизацией вещества электронным ударом и химической (Е1/С1); 2) с ионизацией веществ электронным ударом; 3) полевой ионизацией и полевой десорбцией (Е1/Г1/ГД).

Ионный ток преобразуется в электронный приемником ионов, выполненным на базе вторично-электронного умножителя ВЭУ-1А.

Регистрация отдельных пиков или масс-спектра целиком осуществляется посредством светолучевого осциллографа лабораторным компенсационным самописцем ЛКС4.

Исследуемое вещество вводится в масс-спектрометр через одно из трех устройств ввода пробы: систему ввода пробы (СВП); систему прямого ввода пробы (СПВП); хроматографическую приборную приставку ПХ-1П (газовый хроматограф).

Масс-спектрометр имеет систему автоматизированной обработки информации (выполнена на базе вычислительного комплекса 15 ВУМС-28-025), полученной при проведении широкого круга физико-химических исследований, включающих анализ состава и структуры сложных органических соединений, в том числе труднолетучих и термически малоустойчивых веществ биохимического происхождения.

Система автоматизированной обработки информации в процессе развертки масс-спектра (в реальном масштабе времени) решает следующие задачи: обнаружение и регистрация пиков в режиме счета ионов; обнаружение и регистрация пиков в режиме аналого-цифрового преобразования; управление разверткой магнитного поля; регистрация ионного тока по каналу полного тока монитора; регистрация массовых чисел; определение точных значений массовых чисел ионов анализируемого вещества; регистрация масс-спектров низкого и высокого разрешения; регистрация масс-спектров с возможностью накопления; нормирование спектров по току монитора; автоматическое определение элементного состава для любых ионов; преобразование спектров для идентификации по каталогу; вывод текущей информации в виде графиков и таблиц на экран алфавитно-цифрового дисплея; документирование результатов эксперимента в виде графиков, формуляров, таблиц и т. д.; задание и контроль условий эксперимента в диалоговом режиме при управлении пакетами программ на основе дисковой операционной системы.

Чувствительность прибора в зависимости от метода ионизации указана в таблице 2.12.

В комплект масс-спектрометра входят: стойка масс-анализатора; стойка управления и контроля; стойка регистрации; хроматографическая приборная приставка ПХ-1П; комплект источника ионов с электронным ударом, полевой ионизацией и полевой десорбцией; комплект источника ионов с электронным ударом и химической ионизацией; комплект системы обработки информации СОИМХ; методические указания по поверке; паспорт.



## 2.12. Чувствительность прибора в зависимости от метода ионизации при $R_K = 1000$

| Метод ионизации     | На выходе прибора      | Приведенная ко входу вторичного электронного умножителя |
|---------------------|------------------------|---------------------------------------------------------|
| Электронный удар    | 2                      | $2 \cdot 10^{-3}$                                       |
| Аммиачная ионизация | 0,1                    | $3 \cdot 10^{-6}$                                       |
| Полевая ионизация   | $2 \cdot 10^{-5}$ А/Па | $2 \cdot 10^{-10}$ А/Па                                 |
| Пиковая десорбция   | $2,5 \cdot 10^{-8}$    | $2,5 \cdot 10^{-13}$                                    |

### Основные технические данные

|                                                                                                                                                                                                    |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Диапазон массовых чисел                                                                                                                                                                            | 1...4000          |
| Максимальная разрешающая способность на уровне 10 % высоты пиков в зависимости от метода ионизации:                                                                                                |                   |
| электронный удар                                                                                                                                                                                   | 25 000            |
| химическая ионизация                                                                                                                                                                               | 15 000            |
| полевая               "                                                                                                                                                                            | 4000              |
| Допускаемая погрешность измерения относительной разности масс в режиме электронного удара (при относительной разности не более 10 % и ионном токе наблюдаемых пиков не менее $1 \cdot 10^{-12}$ А) | $3 \cdot 10^{-6}$ |
| Среднее квадратическое отклонение результатов наблюдений при записи масс-спектров хроматографических фракций                                                                                       | 5                 |
| Средняя наработка на отказ без системы автоматизированной обработки информации (с учетом технического обслуживания), ч                                                                             | $\geq 800$        |

**Масс-спектрометр МХ-1331.** Это лабораторный прибор периодического действия, предназначенный для получения информации о структуре сложных химических соединений и элементном составе исходного исследуемого вещества, идентификации неизвестных химических соединений, идентификации фракций, разделенных газовым хроматографом, качественного и количественного анализа состава смесей газов, жидкостей и твердых веществ, переходящих в газообразное состояние при температуре до 300 °С в системе ввода пробы (СВП) и до 400 °С в системе прямого ввода пробы (СПВП), обнаружения и контроля микропримесей органического и неорганического происхождения в чистых веществах. В основу его действия положено пространственное разделение ионизированных частиц исследуемого вещества.

Масс-спектрометры выпускают в двух исполнениях, отличающихся тем, что в комплект поставки масс-спектрометра МХ-1331 исполнения I входит хроматографическая приборная приставка ПХ-1П.

Ионно-оптическая система масс-спектрометра состоит из источника ионов, масс-анализатора, в магнитном поле которого происходит разделение по массам, и приемника ионов.

Образование ионов исследуемого вещества, ускорение и формирование



полученных ионов в пучок заданной формы, разделение ионов по массам, фокусировка и детектирование происходят в высоком вакууме, получение и поддержание которого обеспечивает система вакуумной откачки. Высокий вакуум создается двумя диффузионными паромасляными насосами на полифениловом эфире, со скоростями откачки 700 и 100 л/с.

Детектирование ионов осуществляется на коллекторе полного ионного тока и вторично-электронном умножителе ВЭУ-1А, а регистрация полного ионного тока — на диаграммной ленте самопишущего потенциометра ЛКС4. Масс-спектр регистрируется либо на фотоленте светолучевого осциллографа, либо на диаграммной ленте ЛКС4.

Масс-спектры и хроматограммы обрабатываются системой автоматизированной обработки информации, выполненной на базе электронно-вычислительной машины СМ-1.

Исходные данные и режим работы системы обработки задаются оператором в режиме диалога человек — ЭВМ с помощью дисплейного модуля.

Число регистрируемых масс-спектрометрических пиков в спектре — 512.

В режиме обработки хроматограммы время выхода пика синхронизировано с вводом пробы. Момент регистрации начала и конца хроматографического пика отмечается на ленте ЛКС4 с помощью маркера событий. Вывод информации возможен на следующие устройства: дисплейный модуль, печатающее устройство и ленточный перфоратор.

Информация о масс-спектре и хроматограмме хранится в памяти машины, что позволяет выводить ее в различных режимах на устройство вывода во вторичном масштабе времени.

Введение исследуемого вещества в масс-спектрометр осуществляется через одно из трех устройств напуска: систему ввода пробы; систему прямого ввода пробы; хроматографическую приставку.

В комплект масс-спектрометра входят: стойки управления и контроля масс-анализатора; стойка регистрации; хроматографическая приборная приставка ПХ-1П (только для исполнения I); комплект системы обработки информации СОИМХ; комплекты эксплуатационных документов, монтажных, соединительных и запасных частей, инструмента и принадлежностей.

## Основные технические данные

|                                                                                                              |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Максимальная разрешающая способность по смеси газов азот—этилен на уровне 10 % высоты пиков спектра масс     | $\geq 2000$       |
| Чувствительность по метелистеарату при разрешающей способности 500 при работе с системой прямого ввода, Кл/г | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| Среднее квадратическое отклонение единичного измерения отношения, %:                                         |                   |
| интенсивностей пиков масс-спектра при анализе смеси н—октан—толуол                                           | $\pm 5$           |
| амплитуд хроматографических пиков при анализе смеси н—гексан, н—октан, н—нонан (только для исполнения I)     | $\pm 5$           |
| Диапазон массовых чисел, а. е. м                                                                             | 1...2000          |



**Масс-спектрометр МИ-1332.** Предназначен для прецизионных измерений малых колебаний изотопного состава водорода при исследованиях естественных вод. Принцип его действия заключается в разделении ионов водорода по направлению их движения в постоянном 180-градусном магнитном поле и регистрации этих частиц двухколлекторным приемником, постоянно настроенным на одновременную регистрацию ионов водорода с массовыми числами 2 и 3. Водород вводится в анализатор из двухканальной системы ввода проб. Формирование потока водорода и вязкостное его течение обеспечиваются капилляром с пережимом.

Масс-спектрометр состоит из масс-спектрометрической части, системы управления и обработки информации, а также установки конверсии воды в водород.

Применение электромагнитных клапанов в системе ввода пробы позволяет автоматизировать как процесс подготовки к анализу, так и сам процесс анализа. Напуск водорода в систему ввода пробы осуществляется из стеклянных колб определенного объема, заполняющихся на установке конверсии воды, в основу действия которой положены два метода конверсии воды — на горячем уране и с применением в качестве реагента цинка (ампульный метод).

Процесс подготовки и проведения анализа на масс-спектрометре автоматизирован с помощью системы управления и обработки информации, выполненной на базе микроЭВМ "Электроника В".

Алгоритм работы системы управления обеспечивает автоматизацию определения коэффициента коррекции по вкладу ионов  $H^{3+}$ , вакуумирование каналов напуска, дозирование пробы, управление попеременным впуском образца и стандарта в источник ионов масс-спектрометра.

Система обработки информации осуществляет накопление экспериментальных данных и по завершении измерительного процесса — вычисление отношения  $ND^+/H^{2+}$ , изотопный сдвиг и среднее квадратическое отклонение результатов.

Вся необходимая информация о работе масс-спектрометра, системы управления и обработки информации отображается на экране алфавитно-цифрового дисплея 15ИЭ-00-013 и по желанию оператора может быть отпечатана на ленте цифропечатающего устройства типа "Robotron 1156".

В комплект поставки масс-спектрометра входят: аналитическая и измерительная стойки; система управления и обработки информации; установка конверсии воды; четыре насоса 2НВР-5Д; три фланца; три поддона; четыре ниппеля; четыре гайки; полиэтиленовая трубка — 35 м; вакуумное масло ВМ-4 — 23 л; комплекты монтажных частей; ЗИП; эксплуатационные документы; методические указания по поверке.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                    |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Чувствительность по водороду, А/Па                                                                                 | $7,5 \cdot 10^{-6}$ |
| Вклад пика с массовым числом 2 в пик с массовым числом 3, %                                                        | 1,0                 |
| Среднее квадратическое отклонение результатов наблюдений при измерениях на образцах с нулевым изотопным сдвигом, % | 0,1                 |
| Нулевой изотопный сдвиг, %                                                                                         | 0,1                 |



## 2.4. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Хроматографический анализ основывается на различиях в процессе адсорбции веществ, разных по своему химическому составу или строению.

Хроматография — это метод разделения веществ, основанный на различии в их коэффициентах распределения между двумя фазами, одна из которых неподвижна, а другая направленно движется относительно первой (вдоль колонки или тонкого слоя неподвижной фазы). Характерные признаки хроматографии — наличие достаточно большой поверхности раздела между фазами и динамический способ выполнения разделения (направленное движение одной фазы относительно другой).

Используя этот метод, можно разделить сложные смеси на компоненты, проводить количественное определение одного или нескольких компонентов сложной смеси, установить идентичность и однородность химических соединений.

Приборы, реализующие метод хроматографического анализа, называют хроматографами. Выходная информация хроматографов записывается в виде хроматограмм, состоящих из ряда пиков, каждый из которых соответствует определяемому компоненту. Площадь этих пиков пропорциональна содержанию компонентов в смеси.

Для понятия физической сущности хроматографического метода необходимо знать следующее.

Сорбция — это процесс поглощения газов и жидкостей телами. Ее разновидностями являются: адсорбция — сорбция веществ на поверхности твердых тел; абсорбция — сорбция веществ жидкими телами. Десорбция — отдача сорбированного вещества телом, то есть процесс, обратный сорбции. Сорбент — тело, обладающее сорбционными свойствами, адсорбент — адсорбционными, абсорбент — абсорбционными свойствами. Сорбат — сорбируемое вещество.

На поверхности сорбентов действует силовое поле. Молекулы веществ, попадая в это поле, притягиваются к поверхности сорбента и образуют на ней мономолекулярный слой. Сорбируемость различных веществ на одном и том же сорбенте неодинакова: одни сорбируются легче, другие — труднее. Это свойство веществ, называемое сродством, используется для сорбционного разделения смесей.

При повышении кинетической энергии молекулы сорбата до уровня, превышающего энергию ее удержания на поверхности, наступает процесс десорбции — отрыва молекул от сорбирующей поверхности. Изменяя температуру, можно подобрать такие условия, при которых наступает сорбционное равновесие, когда число молекул, попадающих на сорбционную поверхность, равно числу молекул, отрывающихся от нее. Но при этом сорбционная активность различных веществ по отношению к данному сорбенту останется разной. Благодаря этому при протекании через слой сорбента газовой или жидкостной смеси молекулы компонентов будут испытывать притормаживающее воздействие сорбента, причем тем большее, чем выше их сродство с данным сорбентом. При достаточной длине сорбционного слоя произойдет расслоение смеси на отдельные компоненты, что фиксируется на выходе из слоя детекторами.

Если разделяемые вещества имеют различную окраску, то на белом сорбенте будут образовываться слои разной окраски.



Визуальный способ хроматографирования применяют в определенных условиях и в настоящее время. Однако современные измерительные средства позволяют анализировать содержание каждого разделенного компонента, не имеющего характерной окраски или вообще бесцветного.

Для того чтобы сделать хроматограмму по зонам более четкой, адсорбент по окончании всего процесса разделения промывают растворителем, имеющим большую по отношению к сорбенту активность, чем все компоненты. Каждая зона под таким воздействием сдвигается, и между зонами образуется некоторый разрыв. Этот процесс называют проявлением хроматограммы. При достаточно большом количестве раствора слои сорбированных веществ вымываются совсем, и на выходе из сорбционного слоя получается струя растворителя, содержащего как бы послойно все вещества анализируемой смеси. Их зонные концентрации в растворителе могут служить мерой концентрации данных веществ в смеси. В этом и состоит сущность инструментального хроматографического метода.

Хроматографические методы анализа чрезвычайно разнообразны: различаются видами применяемых сорбентов, типом используемой подвижной фазы и т. д.

По способу выполнения хроматографические методы подразделяют на проявительный (элюентный), вытеснительный и фронтальный. Чаще всего применяют проявительный метод, заключающийся в том, что сорбаты переносятся через слой сорбента потоком вещества (элюента), сорбирующегося хуже любого из сорбентов. При этом разделенные вещества А, В, С выделяются из сорбционного слоя в потоке элюента отдельными зонами, в промежутке между которыми находится чистый элюент (рис. 2.15, а).

Вытеснительный метод заключается в переносе разделяемой смеси потоком вещества (вытеснителя), сорбирующегося лучше любого из компонентов смеси. При этом образуются отдельные, примыкающие друг к другу зоны компонентов, которые располагаются в порядке увеличения их сорбируемости (рис. 2.15, б).

Фронтальный метод основан на непрерывном пропускании исследуемой смеси через слой сорбента. При этом на сорбенте образуются зоны, содержащие последовательно уменьшающееся число компонентов, и из колонки вначале выходят порции наименее сорбируемого вещества, а в конце — порция, состав которой соответствует составу исходной смеси (рис. 2.15, в).

По физической природе неподвижной и подвижной фаз различают жидкостную хроматографию (если подвижная фаза жидкая) и газовую (если подвижная фаза газообразная).

Жидкостную хроматографию, в свою очередь, можно разделить в зависимости от агрегатного состояния неподвижной фазы на твердожидкофазную (ТЖХ) — неподвижная фаза — твердая — и жидкожидкофазную (ЖЖХ) — неподвижная фаза — жидкая. ЖЖХ часто называют распределительной хроматографией.

Газовую хроматографию в зависимости от агрегатного состояния неподвижной фазы делят на газоадсорбционную (ГАХ) и газожидкостную (ГЖХ), или газораспределительную.

В зависимости от механизма сорбции различают молекулярную и хемосорбционную хроматографию.

По технике выполнения анализа выделяют колоночную хроматографию (неподвижная фаза находится в колонке) и плоскостную — бумажную и тонко-



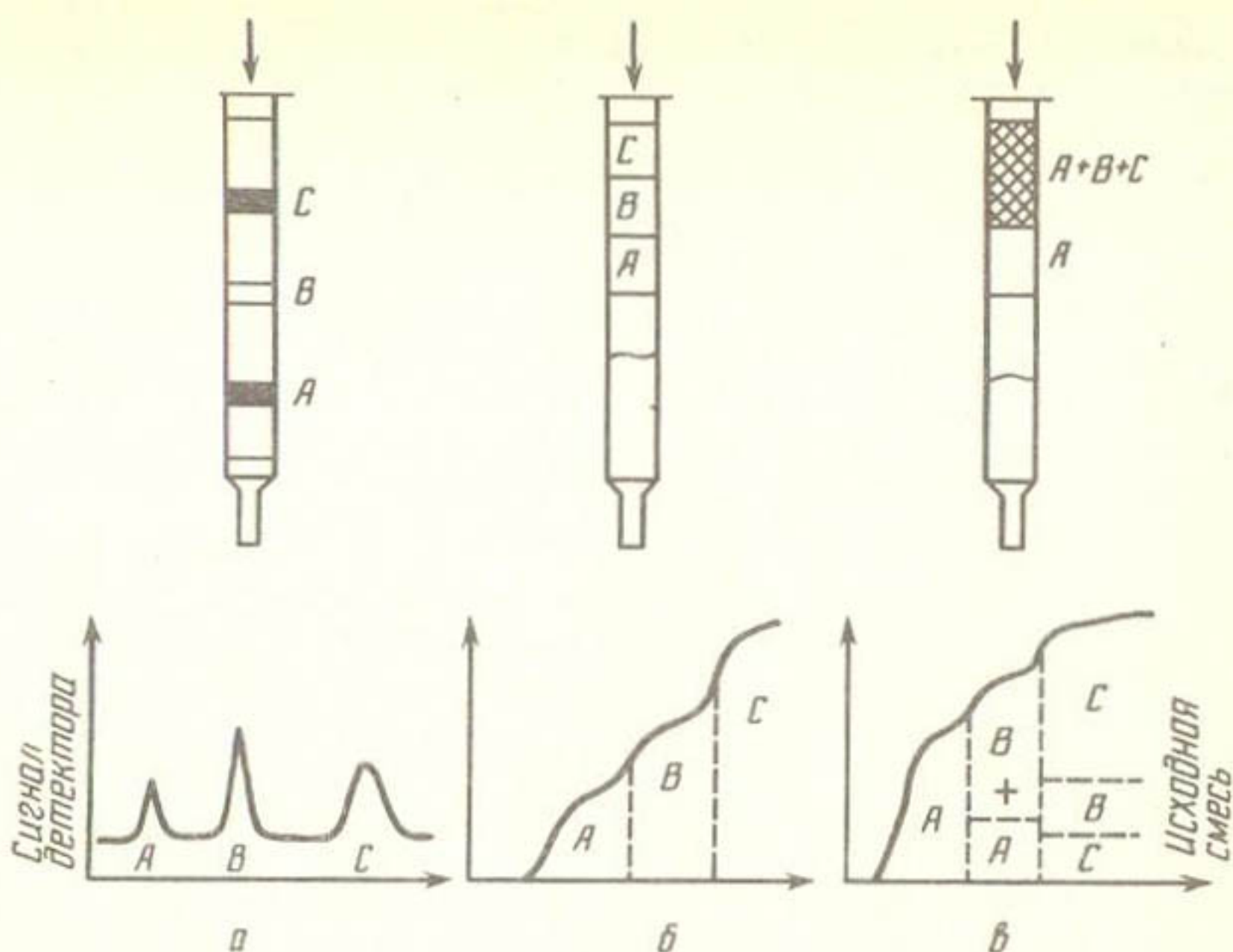


Рис. 2.15. Виды хроматографических методов:

а — проявительный; б — вытеснительный; в — фронтальный

слойную (неподвижная фаза — лист бумаги или тонкий слой сорбента на стеклянной или металлической пластинке).

Большинство хроматографов состоит из разделительной (хроматографической) колонки с неподвижной фазой, источника подвижной фазы, служащего для транспортирования анализируемой смеси через хроматограф, и устройства для фиксирования разделенных элементов — детектора. Кроме того, они могут включать в себя ряд вспомогательных приспособлений для введения анализируемой пробы, приборы для контроля и регулирования давления и расхода газа, а также устройства обеспечения постоянства температуры колонки и детектора. Некоторые автоматические хроматографы снабжают специальными устройствами для обработки хроматограмм. Обработка хроматограмм заключается в распознавании хроматографических пиков, определении их параметров и проведении вычислительных операций.

Сущность хроматографического анализа сводится к следующему. В колонку (на тонкий слой сорбента или на полосу бумаги) вносят разделяемую смесь в небольшом объеме (во много раз меньшем, чем объем неподвижной фазы). Компоненты смеси сорбируются в верхних слоях сорбента (в месте, где проба не наносилась, в случае плоскостной хроматографии), причем менее сорбирующиеся компоненты перемещаются вдоль колонки (к периферии пятна) быстрее, чем компоненты, сорбирующиеся сильнее. Образуется так называемая первичная хроматограмма, в которой полного разделения, как правило, нет. Для полного



разделения компонентов смеси первичную хроматограмму необходимо проявить (элюировать компоненты смеси). Для этого колонку промывают каким-либо растворителем.

При проявлении хроматограммы происходит разделение смешанных зон на зоны, в которых находятся индивидуальные вещества, и перемещение этих зон вдоль колонки (рис. 2.16). Те вещества, которые имеют большие значения коэффициентов распределения между подвижной и неподвижной фазами, перемещаются быстрее вдоль колонки и при достаточном промывании колонки подвижной фазой будут первыми выходить из нее. Можно собрать фракции фильтрата (элюата), содержащие отдельные компоненты смеси, и проанализировать их с помощью подходящих методов конечного определения.

В современных приборах для разделения смеси методом газовой и жидкостной хроматографии — хроматографах кроме колонок для разделения имеются детекторы для определения компонентов после разделения каким-либо неселективным методом, например такие, в которых для определения компонентов смеси используют следующие физические свойства: теплопроводность, электрическую проводимость, поглощение излучений, теплоту сгорания и др. Таким образом, хроматограф представляет собой прибор, в котором осуществляется гибридный метод анализа.

Основной частью хроматографа является хроматографическая колонка (рис. 2.17), представляющая собой металлическую или стеклянную трубку диаметром 2...5 мм, либо свернутую в спираль, либо состоящую из отдельных

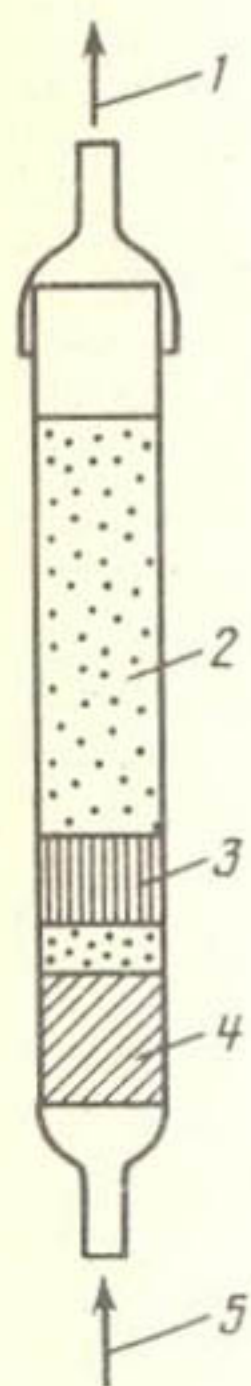


Рис. 2.16. Схема хроматографической колонки:

1 — элюант; 2 — поглотитель; 3, 4 — зоны, образованные компонентами смеси; 5 — разделяемая смесь

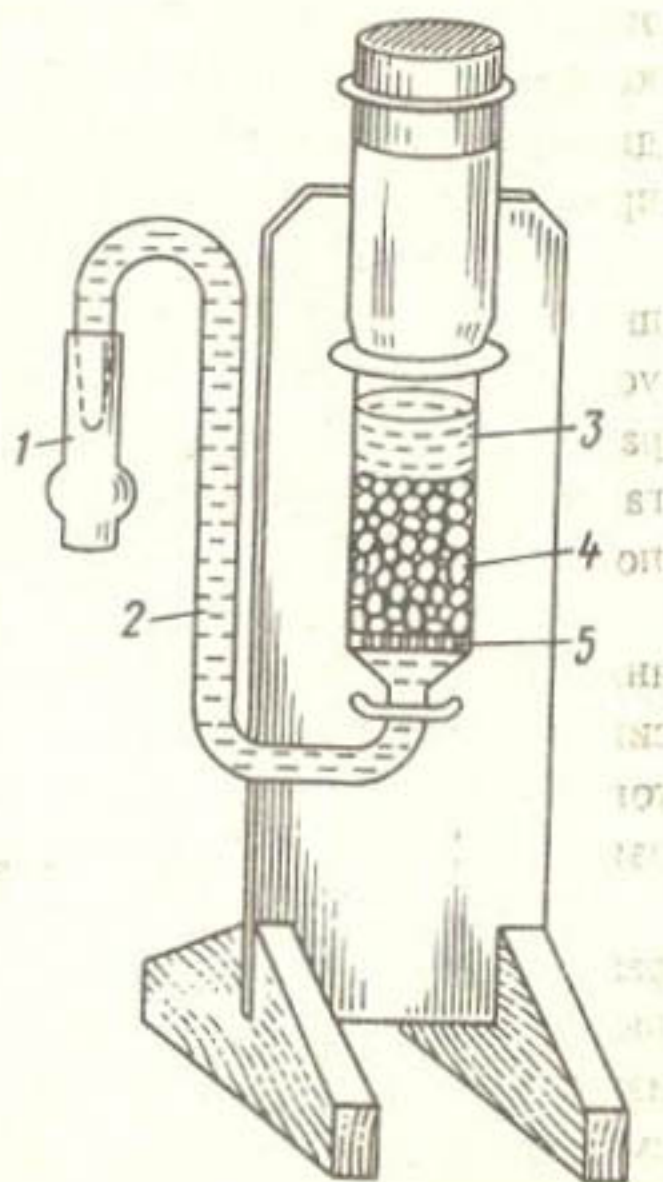


Рис. 2.17. Схема хроматографической колонки:

1 — сосуд с дистиллированной водой; 2, 3 — сообщающиеся трубки; 4 — стеклянная вата; 5 — стеклянная решетка



U-образных секций. Длину колонки выбирают в зависимости от состава анализируемой смеси эмпирически, поскольку в настоящее время нет достаточно точных методов ее расчета.

Сорбенты, используемые в хроматографических колонках, должны иметь максимально возможную поглотительную способность (отношение массы поглощенного вещества к массе сорбента), быть устойчивыми по отношению к той среде, в которой их применяют, и обладать механической прочностью в условиях эксплуатации. В настоящее время наибольшее распространение получили активированный уголь, силикагель, окись алюминия, цеолиты, некоторые минералы, целлюлоза и ионнообменные смолы. Каждому из этих сорбентов можно придать специфические свойства в зависимости от условий его использования.

В качестве подвижной фазы в газовой хроматографии чаще всего применяют чистые инертные газы, которые должны обеспечивать перемещение анализируемой смеси вдоль слоя сорбента, отвечать требованиям работы соответствующих детекторов и не вступать ни в какие реакции ни с анализируемым веществом, ни с сорбентом, ни с материалом хроматографической колонки, например азот, водород, гелий, аргон, двуокись углерода, воздух, кислород, неон, криптон и др.

В распределительной жидкостной хроматографии в качестве подвижной и неподвижной фаз используют жидкости, не смешивающиеся друг с другом. Чаще всего неподвижной фазой служат полярные вещества, а подвижной — менее полярные.

Для того чтобы зафиксировать неподвижную жидкую фазу в колонке (или в тонком слое), применяют тонкоизмельченный пористый носитель, который удерживает эту фазу на своей поверхности.

Подвижная фаза движется через колонку и вступает в контакт с неподвижной фазой. Поскольку поверхность раздела между двумя фазами очень большая, то быстро устанавливается равновесие распределения компонентов смеси между этими двумя фазами. Если компоненты имеют хотя бы небольшое различие в коэффициентах распределения между подвижной и неподвижной фазами, то они движутся в колонке с неодинаковой скоростью и при достаточной длине колонки происходит их полное разделение.

Детекторы являются важнейшей частью любого хроматографа. От их совершенства во многом зависят чувствительность и точность хроматографического устройства в целом, параметры хроматографической колонки (диаметр и длина), размер пробы, а также условия проведения анализа (температура, давление в газовом тракте, расход и скорость анализируемой пробы и др.). Детекторы подразделяют на дифференциальные и интегральные.

Дифференциальные детекторы обеспечивают измерение концентрации анализируемых компонентов в данный момент и дают на выходе измерительный сигнал, зависящий от какого-либо физико-химического свойства этих компонентов. Так как выход анализируемого компонента длится некоторое время, выходная информация записывается в виде пиков.

В основу действия большинства таких детекторов положены использование различия теплопроводности анализируемых компонентов и подвижной фазы (так называемые термокондуктометрические детекторы, или катарометры), а также измерение электропроводности ионизированных компонентов анализируемой смеси (ионизационные детекторы). Для специальных видов хроматографического



анализа применяют пламенные, термохимические, пневматические детекторы и т. п.

Интегральные детекторы дают на выходе сигнал, показывающий зависимость во времени суммарного содержания компонентов анализируемой смеси. На диаграмме(хроматограмме) отображается ряд ступеней, высота каждой из которых пропорциональна числу компонентов, присутствующих в смеси.

Точность анализа во многом зависит от калибровки детекторов. Необходимо как можно с большей степенью точности определить место и площадь пиков хроматограммы, отвечающих каждому анализируемому компоненту.

Количественный анализ хроматографическим методом основан на том, что площади пиков индивидуальных веществ на хроматограмме, а также их высоты пропорциональны числу или концентрации этих веществ в смеси. Площадь пиков измеряют различными способами в зависимости от их размеров, симметричности и полноты разделения. Наиболее распространены следующие способы измерения: по площади треугольника, основание которого равно расстоянию между точками пересечения касательных в точках перегиба с нулевой линией; умножение высоты пика на его ширину по половине высот; взвешивание вырезанных пиков; при помощи планиметров и автоматических интеграторов.

Для перевода хроматограмм проводят калибровку. Наиболее распространены три способа калибровки – абсолютная, внутреннего стандарта и нормализации.

При абсолютной калибровке в дозатор-испаритель вводят поочередно каждый чистый компонент в определенном количестве, находят соответствующие ему высоту или площадь пиков и строят калибровочный график, по которому и устанавливают пересчетные коэффициенты. Этот способ чаще всего применяют в тех случаях, когда необходимо определить только один или два компонента анализируемой смеси.

Способ внутреннего стандарта основан на добавлении определяемого вещества, называемого внутренним стандартом, в известном количестве. Поправочный коэффициент для него принимают равным единице. При этом способе нет необходимости устанавливать точно объем анализируемой пробы. Для калибровки строят график зависимости отношения площадей или высот пиков определяемого компонента и внутреннего стандарта от отношения масс обоих веществ. Данный способ калибровки используют только тогда, когда определяют не все компоненты пробы.

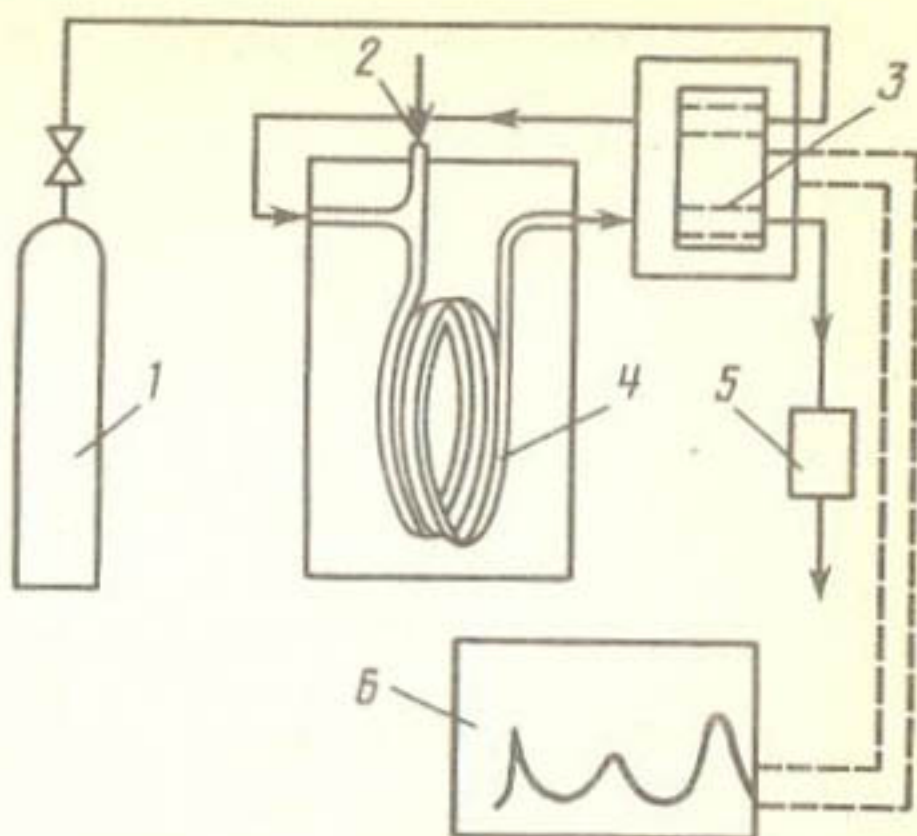
При методе нормализации сумму площадей всех пиков на хроматограмме с учетом соответствующих поправочных коэффициентов принимают за 100 %, содержание определяемого вещества рассчитывают при помощи соответствующих простых соотношений. Достоинство этого способа – возможность нахождения содержания всех компонентов, а существенные недостатки – необходимость полного разделения и идентификации всех компонентов смеси, а также обязательное определение поправочных коэффициентов для каждого пика, хотя некоторые вещества при этом определять нет необходимости.

При использовании стандартной аппаратуры хроматографические исследования можно проводить с относительной погрешностью 5...10 %. На хроматографах высшего класса, имеющих более стабильные параметры работы, погрешность анализа составляет 2...0,2 %.



Рис. 2.18. Структурная схема хроматографа:

1 — источник сжатого газа; 2 — дозатор-испаритель; 3 — чувствительный элемент — детектор; 4 — колонка; 5 — измеритель расхода; 6 — вторичный прибор



Структурная схема хроматографа показана на рисунке 2.18. Газ (от источника сжатого газа) пропускают через колонку 4 с постоянной скоростью (с помощью регулятора расхода), определяемой по измерителю расхода 5. Дозатор-испаритель 2 служит для ввода анализируемой пробы в колонку. Обычно пробу вводят микрошприцем через самозатягивающуюся термостойкую резину.

Анализируемая проба, поступившая в дозатор, подхватывается потоком газа-носителя и подается в хроматографическую колонку. Если анализируемая проба — жидкость, то она предварительно в дозаторе-испарителе переводится в парообразное состояние. Чувствительный элемент 3 регистрирует присутствие разделенных компонентов в газе-носителе. Вторичный прибор 6 записывает хроматограмму в виде выходных кривых.

**Газовый лабораторный хроматограф "Цвет-100М".** Предназначен для качественного и количественного анализа органических и неорганических веществ с температурой кипения до  $723^{\circ}\text{C}$  с предварительным обогащением анализируемых веществ. Действие его основано на разделении многокомпонентных смесей методами газодсорбционной и газожидкостной хроматографии. Разделение компонентов осуществляется в хроматографических колонках, заполненных инертными носителями с нанесенными на них фазами. В качестве элюента обычно используют азот или гелий. Выходящие из колонки разделенные компоненты попадают на один из четырех детекторов, входящих в состав хроматографа: пламенно-ионизационный (ДИП), по теплопроводности с пироэлектриками (ДТПП), постоянной скорости рекомбинации (ДПР), пламенно-фотометрический (ДПФ). Последние два детектора предназначены для селективного обнаружения фосфора галогенсодержащих соединений и серы.

В хроматографе имеется также обогатительное устройство, в котором первоначально проба сорбируется в ловушке, охлаждаемой жидким азотом, а затем десорбируется при нагреве.

#### Основные технические данные

Допускаемое среднее квадратическое отклонение высот пиков, приведенное к нормирующему значению высот и площадей пиков при дозировании, %:



|                                                               |          |
|---------------------------------------------------------------|----------|
| газовых проб с детекторами ДИП и ДТТП в изотермическом режиме | $\pm 1$  |
| жидкости микрошприцем с детекторами ДИП и ДТТП                | $\pm 3$  |
| пробы из обогащательного устройства с детектором ДИП          | $\pm 10$ |
| с детекторами ДПР и ДПФ                                       | $+ 5$    |

Допускаемая погрешность установки заданного значения температуры, °С:

|                      |         |
|----------------------|---------|
| в термостате колонок | $\pm 3$ |
| ” детекторов         | $\pm 3$ |
| в испарителе         | $\pm 8$ |

**Аналитические газовые хроматографы "Цвет-500" модели 510 и 530 с цифровым заданием режима.** Предназначены для определения качественного и количественного состава смесей органических и неорганических веществ с температурой кипения до 400 °С. Принцип их действия заключается в использовании методов газoadсорбционной и газожидкостной распределительной хроматографии на набивных и капиллярных колонках в изотермическом режиме и при линейном программировании температуры. Приборы состоят из аналитического блока и блоков управления в виде набора отдельных модулей и снабжены ионизационно-пламенным детектором (ДИП) и детектором по теплопроводности (ДТП). Аналитические функции — дозирование, разделение, детектирование. Блоки управления обеспечивают задание и контроль режимов работы систем хроматографа.

Хроматографы включают в себя следующие функциональные системы: подготовки газов; ввода пробы; разделения; детектирования; терморегулирования; цифровой индикации параметров.

В комплект поставки входят: аналитический блок; термостат; детектор по теплопроводности; пламенно-ионизационный детектор (модель 530); кран-дозатор; электронный блок БУ-1; модуль питания детекторов БПД-56; изотермический регулятор температуры РТИ-36; программный регулятор температуры РТП-35 (модель 530); электронный блок БУ-2; цифровой индикатор параметров ИПЦ-07; модуль подготовки газов БПГ-1; индикатор И-05М (модель 530); дифференцирующий усилитель УД-2 (модель 530); автоматический потенциометр КСП-4; комплект запасных частей; комплект сменных частей; комплект инструмента и принадлежностей; техническое описание и инструкция по эксплуатации; паспорт; методические указания по методам и средствам поверки.

Ввод проб в газоанализатор осуществляется газовым краном и микрошприцем.

#### Основные технические данные

Предел обнаружения, мг/см<sup>3</sup>:

|                                                    |                                                                     |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| с ДИП в режиме дифференциального выделения сигнала | $5 \cdot 10^{-9}$                                                   |
| с ДТП в режиме дифференциального выделения сигнала | $5 \cdot 10^{-6}$ (модель 530);<br>$1,3 \cdot 10^{-5}$ (модель 510) |



Степень полноты разделения плечевого пика (по ГОСТ 17567-81) > 0,5

Допускаемое среднее квадратическое отклонение в изотермическом режиме с газовым краном, %:

|                                                                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| высот пиков                                                                                                                                                              | 1         |
| площадей пиков                                                                                                                                                           | 1         |
| времени удержания                                                                                                                                                        | 1         |
| Допускаемый выходной сигнал за 48 ч непрерывной работы при фиксированной концентрации контрольного вещества, отнесенного к первоначальному значению выходного сигнала, % | $\pm 5$   |
| Допускаемое отклонение температуры от среднего значения при многократной установке, °C                                                                                   | $\pm 2,5$ |
| Допускаемое относительное отклонение среднего установившегося значения температуры от заданного значения, %                                                              | $\pm 2,5$ |
| Время выхода хроматографов на режим, ч                                                                                                                                   | 2         |
| Средний срок службы хроматографа, лет                                                                                                                                    | 6         |

**Газовый лабораторный хроматограф "Цвет-580".** Предназначен для анализа хлорорганических соединений. Его можно использовать в тех случаях, когда воздействие анализируемой пробы хлорорганических соединений на материалы газового тракта (дозаторы, колонки, ячейки детекторов, переключающие краны, дроссели) не позволяет применять обычные лабораторные хроматографы. В основу действия прибора положен принцип газовой хроматографии в изотермическом режиме и режиме программирования температуры колонок.

Основными аналитическими особенностями хроматографа являются:

коррозионная стойкость газовых трактов аналитического блока по отношению к хлору и хлористому водороду, присутствующим в анализируемых смесях или образующимся в процессе анализа;

цифровое (кодовое) задание режимов анализа, автоматизированный ввод в прибор газовых и жидких проб и автоматизированная обработка результатов анализа;

возможность выполнения расчета градуировочных коэффициентов и концентраций анализируемых веществ при использовании различных методов градуировки (абсолютная нормализация, внутренняя стандартизация).

Печатающее устройство по окончании анализа выдает отчет, содержащий сведения о параметрах пиков в концентрациях определяемых компонентов, что достигается благодаря применению микропроцессорных средств вычислительной техники.

Хроматограф имеет блочную конструкцию и укомплектован: детектором ионизации в пламени (ДИП); детектором по теплопроводности (ДТП); пневмоуправляемым газовым краном-дозатором; пневмоуправляемым жидкостным микродозатором.

Хроматограф снабжен стальными и стеклянными насадочными колонками длиной от 1 до 3 м внутренним диаметром 3 мм.

Основная двухканальная газовая схема прибора позволяет устанавливать одновременно две насадочные колонки с использованием одновременно двух последовательно соединенных детекторов ДИП и ДТП.



Хроматограф состоит из аналитического блока (БА-83), блоков управления (БУ-1 и БУ-2), одноканальной системы автоматизации анализа (САА) с печатающим устройством и автоматического потенциометра (КСП4) класса 0,5. БА-83 осуществляет основные аналитические функции: дозирование анализируемых проб, их разделение в аналитических колонках и детектирование. БУ-1 и БУ-2 обеспечивают задание и контроль режимов работы системы хроматографа. САА с печатающим устройством и КСП4 обрабатывают сигналы детекторов и регистрируют результаты анализа.

Минимальное значение амплитуды выходного сигнала ( $A$ ) в максимуме хроматографического пика при одной фиксированной средней концентрации контрольного вещества ( $C$ ), определяемой по концентрации контрольного вещества (пропана) на входе в хроматограф,  $A \cdot K \cdot C$  единиц счета высоты пиков (где  $K$  — нормированный коэффициент, для ДИП  $K = 5,0 \cdot 10^8$ , для ДТП  $K = 1,0 \cdot 10^6$ ;  $C$  — средняя концентрация контрольного вещества — пропана в детекторе, мг/см<sup>3</sup>).

Система термостатирования (термостат-терморегулятор) колонок обеспечивает задание температуры колонок в диапазоне от 323 до 672 К (от 50 до 399 °С) с дискретностью 1 °С.

#### Основные технические данные

Время выхода хроматографа на режим, ч:

|       |     |
|-------|-----|
| с ДТП | 2   |
| с ДИП | 1,5 |

Допускаемое относительное среднее квадратическое отклонение высот и площадей пиков при дозировании, %:

|                                                             |   |
|-------------------------------------------------------------|---|
| газовым краном-дозатором в изотермическом режиме            | 1 |
| жидкостным микродозатором в изотермическом режиме           | 2 |
| жидкости микрошприцем в изотермическом режиме               | 2 |
| жидкости микрошприцем в режиме программирования температуры | 3 |

Допускаемое относительное среднее квадратическое отклонение времени удерживания контрольного вещества для ДИП, %:

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| в изотермическом режиме          | 1 |
| при программировании температуры | 2 |

Допускаемое отклонение температуры от среднего значения при многократной установке, °С  $\pm 1$

**Газовый аналитический автоматизированный хроматограф "Цвет-2000"** (ТУ 6-35 5Е1.550.142). Предназначен для качественного и количественного анализа смесей органических и неорганических веществ с температурой кипения до 450 °С при аналитическом контроле производственных процессов и выполнении научно-исследовательских работ. В основу его действия положены методы проявительной газоадсорбционной и газожидкостной хроматографии на насадочных и капиллярных колонках в изотермическом режиме и при программировании температуры.

В хроматографе используются пять типов детекторов: ионизационно-пламенный (ДИП); по теплопроводности (ДТП); электронно-захватный (ДПР); термоион-



ный (ДТИ) и пламенно-фотометрический (ДПФ). В состав прибора входит встроенная микроЭВМ ("Электроника-60М"), выполняющая функции управления режимом и обработки выходной информации.

Автоматизированная градуировка и расчет определяемых концентраций осуществляются по трем методам — абсолютная градуировка, внутренняя стандартизация и нормализация. Градуировка выполняется с использованием метода наименьших квадратов и допускает оценку ее случайной погрешности.

Хроматограф имеет два независимых канала обработки. Параметры режима и обработки задаются в процессе диалога оператор — хроматограф по жесткой программе. Результаты анализа печатаются на бумажной ленте алфавитно-цифровым печатающим устройством.

Хроматограф выполнен в виде настольных блоков и представлен одной моделью. Он имеет систему автодиагностики неисправностей.

Поверку хроматографа проводят в соответствии с ГОСТ 8.485—83 и методическими указаниями, входящими в комплект поставки. Средства поверки: микрошприц МШ-10М, объем доз —  $2 \cdot 10^{-3} \dots 3 \cdot 10^{-3}$  см<sup>3</sup>; поверочные газовые смеси пропана с азотом и пропана с гелием, объемная доля пропана — 0,5 %; поверочные жидкие смеси, приготовляемые объемно-весовым методом на основе государственных стандартных образцов линдана (ГСО 1854—80), метафоса (ГСО 1855—80), азобензола (ГСО 949-80-1960—80), аттестованные по процедуре приготовления.

#### Основные технические данные

|                                                                          |                                     |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Диапазон рабочих температур колонок, °С/мин                              | 100...400                           |
| Дискретность задания                                                     | 1                                   |
| Диапазон скоростей программирования температуры, °С/мин                  | 1...25                              |
| Дискретность программирования, °С/мин                                    | 1                                   |
| Диапазон расходов газа-носителя, см <sup>3</sup> /мин                    | 10...100                            |
| Дискретность расходов, см <sup>3</sup> /мин                              | 1                                   |
| Пределы обнаружения детекторов, мг/см <sup>3</sup> :                     |                                     |
| ДИП по пропану                                                           | $1,6 \cdot 10^8$                    |
| ДПР по линдану                                                           | $2 \cdot 10^{-10}; 2 \cdot 10^{-6}$ |
| ДТИ по метафосу (фосфор)                                                 | $4 \cdot 10^{-9}$                   |
| ДТИ по азобензолу                                                        | $1 \cdot 10^{-8}$                   |
| ДПФ по метафосу (серы и фосфор)                                          | $2 \cdot 10^{-8}$                   |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение выходных сигналов, %:      |                                     |
| высот и площадей пиков по газовым пробам с ДИП и ДТП                     | ± 7                                 |
| высот и площадей пиков по жидким пробам с ДИП и ДТП                      | ± 2                                 |
| то же с ДПР и ДТИ                                                        | ± 4                                 |
| "                                                                        | ± 6                                 |
| времен удерживания с любым детектором                                    | ± 0,5                               |
| высот и площадей пиков с ДИП и ДТП в режиме программирования температуры | ± 3                                 |
| Временная стабильность выходных сигналов, %:                             |                                     |
| с ДИП и ДТИ                                                              | 5                                   |



с ДИП, ДТИ, ДПФ

20

Вероятность безотказной работы за 1000 ч

0,8

Габаритные размеры, мм

1750×650×550

Масса, кг

160

**Жидкостный лабораторный хроматограф "Цвет-3002".** Предназначен для анализа олигомеров и полимеров методом геляпроникающей хроматографии и определения молекулярно-массовых характеристик полимеров, а также для установления качественного и количественного состава смесей органических веществ. Действие его заключается в хроматографическом разделении веществ методом геляпроникающей хроматографии и детектировании выходящих из колонки компонентов пробы по их показателям преломления.

Хроматограф состоит из отдельных, конструктивно не связанных между собой блоков: аналитического БА-72; управления БУ-91; подачи жидкости БПЖ-49; индикации БИ-92.

Аналитический блок включает: термостат колонок ТК-50 для размещения колонок и дозатора для создания и поддержания необходимой температуры совместно с терморегулятором РТИ-37; рефрактометр Р-26 для преобразования изменения интенсивности света, прошедшего через кювету, в электрический сигнал.

Блок управления состоит из регулятора температуры термостата колонок РТИ-37; регулятора температуры термостата детектора РТ-38 для поддержания с необходимой точностью температуры ячейки рефрактометра; блока измерения и питания БИП-02 для усиления электрического сигнала рефрактометра и обеспечения питанием осветителя.

В блок индикации входят формирователь меток для выдачи электрического сигнала на потенциометр через определенные равные объемы элюента и демпфирующее устройство.

Блок подачи жидкости БПЖ-49 служит для создания регулируемого потока элюента через хроматографические колонки и кюветы детектора.

В комплект поставки хроматографа входят: аналитический блок БА-72 (термостат колонок ТК-50; рефрактометр Р-26); блок управления БУ-91 (регулятор температуры изометрический РТИ-37; регулятор температуры РТ-38); блок измерения и питания БИП-02; блок подачи жидкости БПЖ-49; блок индикации БИ-92 (формирователь меток ФМ-73; демпфирующее устройство); автоматический потенциометр КСП4 с пределом измерения от 0,1 до 0,9 мВ; комплекты монтажных и запасных частей; комплекты инструмента и принадлежностей к приборам; запасные части к термостату колонок ТК-50; запасные части к рефрактометру Р-26, блоку подачи жидкости БПЖ-49, блоку формирования меток ФМ-73; техническое описание и инструкции по эксплуатации; паспорт.

Прибор работает следующим образом. Электромеханический насос создает регулируемый поток элюента через колонку. Дозирующим устройством в поток элюента вводится анализируемая проба. После колонки поток поступает в рефрактометрический детектор, где проходит через измерительную кювету ячейки. Продукт разделения колонки, попадая в измерительную кювету, вызывает изменение интенсивности света, выходящего из нее, которое преобразуется в



## Основные технические данные

|                                                                                                                                                                                       |                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Время выхода прибора на режим, ч                                                                                                                                                      | 3                                              |
| Дрейф нулевой линии, мВ/ч                                                                                                                                                             | 0,05                                           |
| Минимальное значение амплитуды выходного сигнала в максимуме хроматографического пика при одной фиксированной средней концентрации контрольного вещества в детекторе, мВ              | 1 C (C — концентрация анализируемого вещества) |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение с краном-дозатором, %:                                                                                                                  |                                                |
| высот пиков                                                                                                                                                                           | $\pm 3$                                        |
| площадей пиков                                                                                                                                                                        | $\pm 6$                                        |
| времени удерживания                                                                                                                                                                   | + 1                                            |
| Допускаемое изменение выходных сигналов за 48 ч непрерывной работы при фиксированной концентрации контрольного вещества, отнесенного к первоначальному значению выходного сигнала, %: |                                                |
| высот пиков                                                                                                                                                                           | $\pm 10$                                       |
| площадей пиков                                                                                                                                                                        | $\pm 20$                                       |
| времени удерживания                                                                                                                                                                   | $\pm 10$                                       |
| Максимальное давление насоса, МПа                                                                                                                                                     | 16                                             |
| Относительное среднее квадратическое отклонение расхода элюента, %                                                                                                                    | 1                                              |
| Допускаемое отклонение температуры в термостате колонок и термостате детектора от среднего значения при многократной установке заданной температуры, К                                | $\pm 1,5$                                      |
| Допускаемое отклонение температуры от среднего установившегося значения в термостате, К:                                                                                              |                                                |
| колонок                                                                                                                                                                               | $\pm 0,15$                                     |
| детектора                                                                                                                                                                             | $\pm 0,02$                                     |
| Допускаемая относительная погрешность коэффициентов деления выходного сигнала, %                                                                                                      | $\pm 2,5$                                      |

электрический сигнал, усиливается и записывается в виде хроматографического пика.

**Хроматограф "Биохром-1".** Предназначен для качественного и количественного анализа органических и неорганических газообразных и жидких смесей с температурами кипения до 400 °С методом газожидкостной хроматографии. Количественный состав смеси определяют косвенными измерениями только для тех предуктов, пики которых полностью разделены и по амплитуде составляют не менее 50 % шкалы измерения при выбранной потребителем методике анализа, или по градуировочной характеристике, приведенной в эксплуатационной документации, применительно к решаемой аналитической задаче.

В основу действия хроматографа положен хроматографический метод, заключающийся в разделении веществ в потоке газа-носителя. Разделение смеси происходит в результате распределения веществ между двумя фазами, одна из которых подвижная, в зависимости от их адсорбционных свойств (газоадсорбционная хроматография) или от различной растворимости компонентов, наносимых на твердый носитель-наполнитель насадочных колонок или на внутреннюю стенку стеклянной капиллярной колонки (газожидкостная хроматография), в жидкой фазе. Благодаря широким возможностям выбора твердого носителя



(сорбента) или жидкости, наносимой на твердый носитель, можно подобрать такие условия, при которых происходит разделение компонентов смеси, близких по своим физическим свойствам.

Газохроматографическую колонку одним концом вводят в узел ввода пробы, а другим — соединяют с детектирующим устройством, которое позволяет регистрировать выход каждого компонента и измерять его количество в потоке газа-носителя.

При постоянстве температуры колонки и скорости движения газа-носителя каждому компоненту анализируемой смеси соответствует определенное время выхода (время удержания), которое используется для идентификации компонентов смеси.

В хроматографе "Биохром-1" применены детектирующие устройства двух типов — детектор ионизации в водородном пламени и детектор по теплопроводности.

В детекторе ионизации в водородном пламени выходящий из колонки газ-носитель с компонентом анализируемой смеси смешивается с водородом и сжигается на воздухе. При этом молекулы анализируемого вещества ионизируются, и под действием электрического поля во внешней цепи возникает ток, который усиливается и записывается на диаграммной ленте потенциометра в виде хроматографических пиков.

Детектор по теплопроводности представляет собой устройство с двумя каналами, через которые проходит газ-носитель. В каждом канале расположены по два чувствительных элемента (спиральные нити), соединенных по мостовой схеме, по которым протекает ток нагрева. При прохождении по каналам только газа-носителя мост сбалансирован и выходное напряжение равно нулю. При прохождении по одному из каналов смеси газа-носителя с анализируемыми компонентами теплопроводность среды изменяется, что приводит к изменению значения температуры и электрического сопротивления двух рабочих чувствительных элементов. Изменение электрического сопротивления вызывает разбаланс мостовой схемы, и по внешней цепи течет ток, который и записывается на диаграммной ленте потенциометра.

Результаты анализа регистрируются на ленте самопишущего компенсационного прибора ЛКС4-003 в виде последовательного ряда пиков выходного сигнала, представляющего собой спектр состава анализируемого продукта, или в цифровой форме времени удерживания, высот и площади пиков, вычисленных интегратором И-02.

Хроматограф "Биохром-1" изготавливается в различных исполнениях. Комплект поставки для каждого варианта исполнения представлен в таблице 2.13.

2.13. Комплект поставки для каждого варианта исполнения

| Наименование                                                | Базовое исполнение | Варианты исполнения |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|----|----|----|----|----|----|
|                                                             |                    | 01                  | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 |
| Термостат колонок                                           | +                  | +                   | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| Анализатор с микродетектором ионизации в водородном пламени | +                  | +                   | —  | —  | +  | +  | —  | —  |



| Наименование                                                                       | Базовое исполнение | Варианты исполнения |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|----|----|----|----|----|----|
|                                                                                    |                    | 01                  | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 |
| Анализатор 2 с двумя детекторами ионизации в водородном пламени                    | +                  | —                   | +  | —  | +  | —  | +  | —  |
| Анализатор 3 с детектором по теплопроводности                                      | +                  | —                   | —  | +  | —  | +  | +  | +  |
| Блок управления:                                                                   |                    |                     |    |    |    |    |    |    |
| модуль стабильности расходов газов                                                 | +                  | +                   | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| модуль стабилизации давления вспомогательных газов                                 | +                  | +                   | +  | —  | +  | +  | +  | —  |
| модуль управления дозатором                                                        | +                  | —                   | +  | +  | +  | +  | +  | —  |
| блочный приборный каркас                                                           | +                  | +                   | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| Блок управления:                                                                   |                    |                     |    |    |    |    |    |    |
| модуль, электрометрический усилитель с источником питания ионизационных детекторов | +                  | +                   | +  | —  | +  | +  | +  | —  |
| модуль, источник питания мостовых детекторов                                       | +                  | —                   | —  | +  | —  | +  | +  | +  |
| модуль, сдвоенный терморегулятор                                                   | +                  | +                   | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| блочный приборный каркас                                                           | +                  | +                   | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| Блок управления:                                                                   |                    |                     |    |    |    |    |    |    |
| модуль, криотерморегулятор                                                         | +                  | +                   | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| модуль, программатор анализа                                                       | +                  | +                   | +  | +  | +  | +  | +  | —  |
| блочный приборный каркас                                                           | +                  | +                   | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| Лабораторный компенсационный самопишущий прибор ЛКС4-003                           | +                  | +                   | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| Цифровой автоматический интегратор И-02                                            | +                  | +                   | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| Комплект запасных частей                                                           | +                  | —                   | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| То же                                                                              | —                  | +                   | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| »                                                                                  | —                  | —                   | +  | +  | +  | +  | +  | —  |
| »                                                                                  | —                  | —                   | —  | —  | —  | —  | —  | +  |
| »                                                                                  | +                  | —                   | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| Комплект эксплуатационной технической документации                                 | +                  | +                   | +  | +  | +  | +  | +  | +  |

### Основные технические данные

Минимальное значение амплитуды выходного сигнала при концентрации в максимуме хроматографического пика пропана в детекторе определяемой по концентрации анализируемого вещества  $\bar{C}$  на входе в хроматограф, мВ:

для ДИП (концентрация 0,2 %, доза 0,5 см<sup>3</sup>)

$1 \cdot 10^7 \bar{C}$

для ДТП (концентрация 2 %, доза 0,5 см<sup>3</sup>)

$6 \cdot 10^3 \bar{C}$

Допускаемое среднее квадратическое отклонение, %:

высот пиков (газовая проба)

$\pm 1,0$

» » (жидкая проба)

$\pm 2,5$

времени удерживания

$\pm 1,0$



|                                                                                                      |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| площади пиков                                                                                        | $\pm 3,0$            |
| Допускаемое систематическое изменение выходного сигнала за 120 ч непрерывной работы хроматографа, %: |                      |
| высоты пиков пропана, приведенное к первоначальному значению высоты                                  | 4                    |
| площади пиков пропана, приведенное к первоначальному значению площади пиков                          | 8                    |
| Допускаемая погрешность деления выходного сигнала аттенюатора, %:                                    |                      |
| входного                                                                                             | $\pm 5$              |
| выходного                                                                                            | $\pm 1$              |
| Погрешность установки температуры термостатируемых элементов хроматографа, °C:                       |                      |
| термостата колонок                                                                                   | $\pm 1$              |
| узлов ввода проб и термостатов детекторов                                                            | $\pm 5$              |
| Допускаемая случайная составляющая погрешность установки:                                            |                      |
| температуры в термостате колонок, °C                                                                 | $\pm 0,5$            |
| расхода газов, см <sup>3</sup> /мин (см <sup>3</sup> /с):                                            |                      |
| газа-носителя                                                                                        | $\pm 0,6 (\pm 0,1)$  |
| водорода                                                                                             | $\pm 0,6 (\pm 0,01)$ |
| воздуха                                                                                              | $\pm 6,0 (\pm 0,1)$  |
| Погрешность скорости нагрева термостата колонок в программном режиме работы хроматографа, %          | $\pm 0,3$            |
| Габаритные размеры, мм                                                                               | 1450×490×640         |
| Масса базового исполнения (без упаковки), кг                                                         | $\leq 180$           |
| Условия эксплуатации:                                                                                |                      |
| температура окружающего воздуха, °C                                                                  | -10...35             |
| относительная влажность воздуха, %                                                                   | $\leq 80$            |
| атмосферное давление, кПа                                                                            | 9,65...105,5         |

**Газовый лабораторный универсальный хроматограф "Биохром-21".** Предназначен для газохроматического анализа сложных смесей веществ (включая лабильные, высококипящие, труднолетучие и полярные соединения) с применением насадочных колонок и методов хроматографии с программированием давления (расхода) подвижной фазы, хроматографии в парах воды и обратной продувки колонок. Прибор состоит из универсального лабораторного хроматографа "Биохром-1" и системы хроматографических блоков СХБ-1.

Система СХБ-1 включает в себя следующие блоки: программирования; обратной продувки и переключения колонок; парообразующего материала.

Блок программирования состоит из пневмоуправляемого редуктора, имеющего рабочий вход и вход управления, редуктора с ручным управлением, выход которого подсоединен к рабочему входу пневмоуправляемого редуктора, пневмоёмкости, подключенной к входу управления пневмоуправляемого редуктора, вентиля тонкой регулировки, регулятора расхода и двух кранов, один из которых подсоединен ко входу редуктора с ручным управлением, а второй — последовательно либо к вентилю тонкой регулировки, либо к регулятору расхода.

Пневмоуправляемый редуктор отрегулирован таким образом, что при отсутствии давления на входе управления давление на его выходе равно 0,015 МПа.



Блок программирования позволяет хроматографу при работе в варианте хроматографии с программированием давления подвижной фазы обеспечивать:

экспоненциальную зависимость давления газа и водяного пара на входе в колонку от времени программирования;

линейную зависимость давления газа на входе в колонку от времени программирования;

тангенциально-гиперболическую зависимость давления газа на входе в колонку от времени программирования.

Экспоненциальная зависимость давления подвижной фазы на входе в колонку от времени программирования достигается в результате заполнения пневмоемкости через вентиль тонкой регулировки газом, взятым с выхода пневмоуправляемого редуктора. Одновременно с выхода пневмоуправляемого редуктора газ подается либо на вход в колонку, либо в баки блока парообразующего материала (при осуществлении хроматографии с программированием давления водяного пара на входе в колонку).

Тангенциально-гиперболическая зависимость давления газа на входе в колонку от времени программирования получается в результате заполнения пневмоемкости через вентиль тонкой регулировки газом, взятым с входа пневмоуправляемого редуктора. С выхода пневмоуправляемого редуктора газ подается на вход в колонку.

Линейная зависимость давления газа на входе в колонку от времени программирования достигается в результате заполнения пневмоемкости через регулятор расхода газом, взятым с входа пневмоуправляемого редуктора. С выхода пневмоуправляемого редуктора газ подается на вход в колонку.

Время прохождения программы от начального до конечного давления на входе в колонку устанавливают с помощью вентиля тонкой регулировки (в случае осуществления линейной программы вентиль тонкой регулировки является составной частью регулятора расхода).

Запуск программы осуществляют с помощью крана; соединенного последовательно с вентилем тонкой регулировки или регулятором расхода.

Конечное давление программирования устанавливают с помощью редуктора с ручным управлением, начальное давление — с помощью редуктора с ручным управлением блока обратной продувки.

Начальное и конечное давление программирования контролируют с помощью манометров, расположенных в блоках программирования и обратной продувки.

Блок обратной продувки состоит из двух последовательно соединенных через кран редукторов с ручным управлением, восьмиходового крана и вентиля тонкой регулировки. К входу первого редуктора подсоединен дополнительный кран.

Блок обратной продувки позволяет осуществлять хроматографию с обратной продувкой колонки, хроматографию в парах воды в изодинамическом режиме работы хроматографа. Его используют для установливания начального давления программирования в пневмоемкости блока программирования.

При осуществлении хроматографии с обратной продувкой колонки последовательное соединение редукторов блока обратной продувки изменяют на параллельное.

Обращение потока газа в колонке осуществляется с помощью восьмиходового крана.



Блок парообразующего материала состоит из двух металлических блоков со стеклянными стаканами внутри запорного вентиля и индикаторного расхода.

При осуществлении хроматографии в парах воды в изодинамическом режиме и при программировании давления водяного пара на входе в колонку выход блока программирования подсоединяют непосредственно к анализатору хроматографа.

Баки блока парообразующего материала служат для хранения и подачи в испаритель анализатора дистиллированной воды. Запорный вентиль предназначен для прекращения подачи воды в испаритель анализатора. С помощью индикатора расхода контролируют подачу воды в испаритель.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Диапазон программирования по давлению на входе в колонку, МПа                                                                                                                                                                                                                                                | 0,015...1 |
| Утечка газа через редукторы с ручным управлением блока программирования и блока обратной продувки при входном давлении 1 МПа, см <sup>3</sup> /мин                                                                                                                                                           | ≤ 5       |
| Интервал настраиваемого времени программирования от начального до конечного давления на входе в колонку, мин                                                                                                                                                                                                 | 50...60   |
| Допускаемая погрешность воспроизведения:                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |
| установки времени программирования давления на входе в колонку, % установленного значения                                                                                                                                                                                                                    | ± 2,5     |
| программы по давлению на входе в колонку, % установленной программы                                                                                                                                                                                                                                          | ± 1,5     |
| Относительное изменение расхода газа-носителя на входе в пламенно-ионизационный детектор (с компенсацией изменения потока газа-носителя в детекторе) при изменении расхода этого газа на выходе из колонки хроматографа от 5 до 2000 см <sup>3</sup> /мин, %                                                 | ≤ ± 1     |
| Дрейф нулевой линии выходного сигнала хроматографа:                                                                                                                                                                                                                                                          |           |
| при осуществлении хроматографии в парах воды в изодинамическом режиме работы хроматографа (предел измерения — $5 \cdot 10^{-11}$ А, температура колонки — 140 °С), % выбранного предела измерения                                                                                                            | 2         |
| при осуществлении хроматографии с программированием давления водяного пара по экспоненциальной программе на входе в колонку хроматографа (предел измерения — $5 \cdot 10^{-10}$ А, жидкая фаза — апиэзон L, температура колонки — 150 °С), % выбранного предела измерения                                    | 15        |
| в режиме программирования давления инертного газа-носителя на входе в колонку хроматографа (предел измерения — $5 \cdot 10^{-11}$ А, жидкая фаза — апиэзон L, температура колонки — 90 °С) по линейной программе (с компенсацией изменения потока газа-носителя в детекторе), % выбранного предела измерения | 2         |
| при осуществлении хроматографии с обратной продувкой колонки инертным газом-носителем (предел измерения — $5 \cdot 10^{-10}$ А, жидкая фаза — апиэзон L, температура колонки — 90 °С), % выбранного предела измерения                                                                                        | 2         |



|                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Уровень флуктуационных помех при осуществлении хроматографии в парах воды в изодинамическом режиме работы хроматографа (предел измерения — $5 \cdot 10^{-11}$ А, жидкая фаза — апиэзон L, температура колонки — 140 °С), % выбранного предела измерения | 5                   |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение высот пиков, приведенное к нормирующему значению высоты 200 мм, времен удерживания пиков, приведенное к среднему значению времени удерживания, и площади пиков, приведенное к средней площади пиков, %    | 3                   |
| Время выхода хроматографа на режим, мин:                                                                                                                                                                                                                |                     |
| при осуществлении хроматографии в парах воды                                                                                                                                                                                                            | ≤ 120               |
| при использовании в качестве подвижной фазы газа-носителя                                                                                                                                                                                               | ≤ 90                |
| Минимальное значение амплитуды выходного сигнала от входной концентрации нормального декана при осуществлении хроматографии в парах воды в изодинамическом режиме работы хроматографа (жидкая фаза — апиэзон L, температура колонки — 140 °С), мВ       | ≥ 10 <sup>6</sup> С |
| Вероятность безотказной работы хроматографа за время 1000 ч                                                                                                                                                                                             | ≥ 0,9               |
| Габаритные размеры, мм                                                                                                                                                                                                                                  | 1220×480×510        |
| Масса хроматографа без упаковки, кг                                                                                                                                                                                                                     | ≤ 190               |
| Наработка на отказ, ч                                                                                                                                                                                                                                   | ≥ 1250              |
| Срок службы, лет                                                                                                                                                                                                                                        | ≥ 8                 |

**Унифицированные промышленные хроматографы ХПУ-2.** Предназначены для качественного и количественного определения состава газовых, парогазовых и жидких смесей с температурой кипения компонентов до 250 °С. Их изготавливают четырех моделей:

| Шифр модели | Тип дозатора     |
|-------------|------------------|
| 10          | Газовый ДИП, ДТП |
| 20          | „ ДИП            |
| 30          | „ ДТП            |
| 40          | Жидкостный ДИП   |

В основу действия приборов положен метод хроматографического разделения компонентов анализируемой смеси, вводимой автоматическим газовым или жидкостным дозатором, с последующим преобразованием концентрации в электрический сигнал с детекторами ионизации в пламени и (или) по теплопроводности.

Хроматографы состоят из пяти функциональных, конструктивно не связанных между собой блоков, взаимодействие которых при работе осуществляется следующим образом: аналитические блоки устанавливают по возможности вблизи точки отбора; газовое питание осуществляется от баллонов через понижающие редукторы, питание воздухом — от производственных линий; блоки управления, потенциометр и разделительный трансформатор размещают в невзрывоопасном помещении; электрическая связь осуществляется с помощью двух кабелей, проложенных в металлических трубах.



Газовая схема хроматографов выполнена с бескрановым переключением двух хроматографических колонок.

Выходной сигнал регистрируется автоматическим потенциометром КСП-4. Хроматографы имеют выход на системы обработки данных.

Приборы работают во взрывоопасных зонах помещений всех классов и наружных установках (согласно классификации ПУЭ-76, гл. VIII-3), в которых могут образоваться взрывоопасные смеси паров и газов с воздухом категорий IIА, IIВ групп Т<sub>1</sub>, Т<sub>2</sub>, Т<sub>3</sub> и Т<sub>4</sub>.

#### Основные технические данные

Допускаемая систематическая составляющая погрешности установки заданного значения температуры, °С:

|                                                          |       |
|----------------------------------------------------------|-------|
| термостата колонок во всем рабочем диапазоне температуры | ± 2,5 |
| испарителя в диапазоне температуры от 70 до 300 °С       | ± 5   |

Допускаемое отклонение температуры термостата колонок от среднего установившегося значения, °С ± 0,5

Допускаемое относительное среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности установки от заданного значения температуры термостата колонок, % 2,5

Допускаемое отклонение температуры испарителя от среднего установившегося значения, °С ± 2,5

Допускаемое относительное среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности установки заданного значения температуры испарителя, % 5

Коэффициент деления выходного сигнала ДИП и ДТП 1, 2, 4...2<sup>10</sup>

Допускаемая относительная погрешность деления выходного сигнала, % ± 2

Дрейф нулевого сигнала с детектором, %/ч:

|     |   |
|-----|---|
| ДТП | 3 |
| ДИП | 2 |

Уровень флуктуационных шумов нулевого сигнала хроматографов, % ≤ 0,5

Допускаемое относительное среднее квадратическое отклонение выходного сигнала хроматографов при дозировании, %:

|            |       |
|------------|-------|
| жидкости   | ± 2,5 |
| пара, газа | ± 1,0 |

Допускаемое систематическое изменение среднего значения выходного сигнала хроматографов за 120 ч непрерывной работы, % ≤ ± 6

Допускаемое относительное отклонение выходного сигнала хроматографов при изменении температуры окружающего воздуха от 5 до 50 °С на каждые 10 °С, % 3

**Переносные ионные хроматографы ХПИ-1.** Предназначены для качественного и количественного анализа органических и неорганических катионов и анионов в различных объектах природного и промышленного происхождения. В основу их действия положены метод ионной хроматографии, сочетание метода ионообмен-



ной хроматографии с детектированием по электропроводности и с компенсацией электропроводящего фона элюента.

Хроматограф ХПИ-1 представляет собой аналитический блок (БА-87), в состав которого входят: насос для подачи элюента; кран, установленный на кронштейне на внутренней стороне панели и предназначенный для отбора дозированного объема исследуемой жидкости и введения его в колонку; кондуктометрическая ячейка; блок измерения электропроводности; блок обработки и управления БОУ-14.

Насос обеспечивает стабилизированный поток элюента, расход которого задается цифровым кодовым переключателем на передней панели прибора, а постоянство — электрической схемой управления путем поддержания постоянных оборотов электродвигателя.

В приборе используются два типа колонок — аналитическая и подавительная.

Блок измерения электропроводности БИЭ-04 является составной частью детектора электропроводности (кондуктометрического), в который входит кондуктометрическая ячейка.

Хроматограф работает следующим образом. Электромеханический насос создает регулируемый поток элюента через аналитическую и подавительную колонки. С помощью дозирующего устройства в поток элюента вводят анализируемую пробу. После колонки поток элюента поступает в ячейку детектора электропроводности. Разделенные компоненты пробы, проходя через ячейку, вызывают изменение электропроводности элюента, что фиксируется блоком измерения электропроводности БИЭ-04. Сигнал с БИЭ-04 поступает на вход блока обработки и управления БОУ-14. Блок БОУ-14 рассчитывает время удерживания пика, его высоту и площадь, а при соответствующей калибровке и концентрацию анализируемого компонента, высвечивает эти данные на цифровом табло, выдает данные на цифropечатающее устройство или запоминает их.

В комплект поставки хроматографа ХПИ-1 входят: аналитический блок БА-87; сетевой блок питания БПС-68; комплект инструмента и принадлежностей; комплект запасных частей; комплекты сменных и монтажных частей; комплекты запасных частей, инструмента и принадлежностей для насоса Н-56; техническое описание и инструкция по эксплуатации; паспорт; методические указания по методам и средствам поверки.

#### Основные технические данные

|                                                                                            |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Время выхода на режим, мин                                                                 | 30   |
| Уровень флуктуационных шумов, мкВ                                                          | 10   |
| Номинальная статическая характеристика преобразования детектирующего устройства, мВ · л/мг | 20   |
| Допускаемая приведенная погрешность детектирующего устройства, %                           | ± 20 |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение, %:                                          |      |
| высот пиков                                                                                | ± 3  |
| площади "                                                                                  | ± 10 |
| времени удерживания                                                                        | ± 3  |
| Допускаемое изменение выходных сигналов за 8 ч непрерывной работы хроматографа, %:         |      |
| для высот пиков                                                                            | ± 6  |



|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| для площади пиков                                                | $\pm 20$  |
| для времени удерживания                                          | $\pm 6$   |
| Максимальное давление насоса, МПа                                | $\pm 5$   |
| Относительное отклонение расхода элюента от среднего значения, % | $\pm 2,5$ |
| Погрешность задания расхода элюента, %                           | $\pm 10$  |
| Вероятность безотказной работы хроматографа                      | 0,94      |
| Средний срок службы прибора, лет                                 | 6         |

**Хроматограф "Агат".** Предназначен для идентификации компонентов анализируемой смеси и измерения их относительного или абсолютного количества в единицах концентрации или массы соответственно. Прибор состоит из отдельных блоков, соединенных между собой электрическими и газовыми коммуникациями: индикации и регулирования температуры; программирования и регулирования температуры; электрометрического усилителя; управления детектором по теплопроводности; управления; подготовки газов. Кроме того, в его состав входят устройства обработки информации — прибор ЛКС4, интегратор ИЦ-26.

Основным блоком хроматографа является термостат, содержащий камеру термостата разделительных колонок, крышку с одним из следующих детекторов ПИД, ДТП, ЭЗД, ТАД, ПФД, а также крышку, предназначенную для работы с капиллярной колонкой.

В зависимости от типа детектора, устанавливаемого на крышке прибора, а также от возможности работы с капиллярной колонкой выпускают шесть модификаций хроматографа (табл. 2.14).

Диапазоны рабочих температур хроматографических колонок, детекторов и испарителей соответствуют значениям, указанным в таблице 2.15.

#### 2.14. Комплектующие устройства для хроматографов различных модификаций

| Модель хроматографа | Число детекторов |     |     |     |     | Число устройств обработки информации |                  | Число капиллярных колонок |
|---------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------------------------|------------------|---------------------------|
|                     | ПИД              | ДТП | ЭЗД | ТАД | ПФД | ЛКС4                                 | интегратор ИЦ-26 |                           |
| 1                   | 2                | —   | —   | —   | —   | 1                                    | 1                | —                         |
| 2                   | —                | 1   | —   | —   | —   | 1                                    | 1                | —                         |
| 3                   | —                | —   | 1   | —   | —   | 1                                    | 1                | —                         |
| 4                   | —                | —   | —   | 1   | —   | 1                                    | 1                | —                         |
| 5                   | —                | —   | —   | —   | 1   | 1                                    | 1                | —                         |
| 6                   | 2                | —   | —   | —   | —   | 1                                    | 1                | 1                         |

#### 2.15. Диапазоны рабочих температур хроматографических колонок, детекторов и испарителей

| Объект     | Диапазон измерения, °C | Дискретность, °C |
|------------|------------------------|------------------|
| Колонки    | 50...450               | 1                |
| Испаритель | 50...450               | 10               |
| ПИД        | 150...450              | 10               |



| Объект | Диапазон измерения, °С | Дискретность, °С |
|--------|------------------------|------------------|
| ДТП    | 50...400               | 10               |
| ЭЗД    | 50...350               | 10               |
| ТАД    | 150...350              | 10               |
| ПФД    | 150...250              | 10               |

В комплект поставки хроматографа входят: термостат с ПИД; термостат с ДТП; термостат с ЭЗД; термостат с ТАД; термостат с ПФД; термостат с ПИД и капиллярной колонкой; блок индикации и регулирования температуры; блок программирования и регулирования температуры; электрометрический усилитель; блок управления детектором по теплопроводности; блок управления для работы с ПИД, ДТП, ЭЗД; ПФД; блок управления для работы с ТАД; блоки подготовки газов для работы с ПИД, ДТП, ЭЗД, ТАД, ПФД, капиллярной колонкой; лабораторный компенсационный самопишущий прибор ЛКСА-003; электронный цифровой интегратор ИЦ-26; комплект сопроводительной и эксплуатационной документации, в том числе методические указания МИ 553-88.

#### Основные технические данные

Минимальная амплитуда выходного сигнала в максимуме хроматографического пика при одной фиксированной средней концентрации контрольного вещества в детекторе ( $\bar{C}$ ), определяемой по концентрации контрольного вещества на входе в хроматограф, % конечного значения шкалы прибора ЛКС4:

для ПИД

для ЭЗД

для ТАД

для ДТП

для ПФД

$\geq 1 \cdot 10^{11} \bar{C}$  (по гептану)  
 $\geq 2 \cdot 10^{13} \bar{C}$  (по линдану);  
 $\geq 3 \cdot 10^{11} \bar{C}$  (по метофосу)  
 $\geq 2 \cdot 10^{13} \bar{C}$  (по метафосу);  
 $\geq 1 \cdot 10^{12} \bar{C}$  (по азобензолу)  
 $\geq 5 \cdot 10^3 \bar{C}$  (по гептану)  
 $\geq 1 \cdot 10^{10} \bar{C}$  (по метафосу для серного канала);  
 $\geq 1 \cdot 10^{11} \bar{C}$  (по метафосу для фосфорного канала)

Пределы обнаружения, г/с:

для ПИД

для ЭЗД

для ТАД

для ДТП

для ПФД

$5 \cdot 10^{-12}$  (по гептану)  
 $5 \cdot 10^{-14}$  (по линдану);  
 $3 \cdot 10^{-12}$  (по метафосу)  
 $1 \cdot 10^{-14}$  (по фосфору в метафосе);  $3 \cdot 10^{-13}$  (по азоту в азобензоле)  
 $2 \cdot 10^{-9}$  (по гептану)  
 $3 \cdot 10^{-12}$  (по сере в метафосе);  $3 \cdot 10^{-13}$  (по фосфору в метафосе)

Диапазон скорости программирования температуры с дискретностью переключения 1 °С/мин, °С/мин

1...40



|                                                                                                                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Допускаемое относительное отклонение скорости программирования температуры термостата колонок от заданной скорости программирования, %                                              | $\pm 2,5$ |
| Допускаемое относительное среднее квадратическое отклонение в изотермическом режиме при работе с капиллярными колонками, %:                                                         |           |
| высоты и площади с ПИД                                                                                                                                                              | 5         |
| времени удерживания                                                                                                                                                                 | 1         |
| Уровень флуктуационных шумов нулевого сигнала хроматографа частотой не менее 0,05 Гц при минимальном коэффициенте деления нулевого сигнала, % конечного значения шкалы регистратора | 2         |
| Потребляемая мощность, кВт · А:                                                                                                                                                     |           |
| при выходе хроматографа на режим и в режиме линейного программирования                                                                                                              | 2,0       |
| после выхода на режим                                                                                                                                                               | 1,5       |

**Жидкостный микроколоночный хроматограф с автоматизированной системой обработки информации "Милихром-1".** Предназначен для разделения, а также количественного и качественного анализа смесей веществ методом колоночной хроматографии. Его используют совместно с комплектом хроматографической автоматизированной системы обработки информации (АСОИХ).

Принцип действия "Милихрома-1" заключается в хроматографическом разделении молекул различного типа. Анализируемую пробу вводят в слой неподвижной фазы. Вместе с подвижной фазой компоненты пробы перемещаются вдоль слоя сорбента со скоростью, зависящей от характера взаимодействия компонентов с неподвижной и подвижной фазами. Разделение компонентов пробы осуществляется в хроматографических колонках, заполненных пористыми материалами. АСОИХ обеспечивает сбор и преобразование данных хроматографа, вычисление площади пиков, разделение плохо разделившихся пиков, тестирование интерфейса графического дисплея и т. д.

Программное обеспечение выполняется на языках "Фортран-IV" и "Ассемблер".

Прибор состоит из электронного и оптико-механического блоков и насоса.

Подвижная фаза из резервуара набирается насосом. Проба с помощью устройства для ввода пробы наносится на верхний слой сорбента в хроматографической колонке. Элюент из насоса через устройство для ввода пробы поступает в колонку, в которой компоненты смесей селективно удерживаются неподвижной фазой. Выходящий из колонки элюат проходит через кювету спектрофотометра, фиксирующего поглощение света элюатом.

Значение поглощения фиксируется спектрофотометрическим детектором и с помощью электронного блока выводится на регистрирующее устройство.

Режимы детекции: одноволновой, многоволновой, "Спектр".

Возможна работа в градиентном режиме.

Хроматограф "Милихром-1" имеет две модификации:

"Мелихром-1-В" — жидкостный микроколоночный хроматограф с автоматизированной системой обработки информации; в состав АСОИХ входит вычислительный комплекс 15ВУМС 28-025;

"Милихром-1-Д" — жидкостный микроколоночный хроматограф с автомати-



зированной системой обработки информации; в состав АСОИХ входит микроЭВМ ДВК МС 15-1.02.

В комплект поставки "Милихром-1" входят: электронный и оптико-механический блоки; насос; колонка с узлом ввода пробы; жидкостный кран; лабораторный компенсационный самопишущий прибор ЛКСА4-003; хроматографический комплект автоматизированной системы обработки информации АСОИХ; комплект запасных частей, инструмента и принадлежностей; комплект эксплуатационных документов; ведомость эксплуатационных документов.

### Основные технические данные

|                                                                                                              |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Спектральный диапазон, мм                                                                                    | 190...360         |
| Объемная подача насоса, мкл/мин                                                                              | 2...600           |
| Максимальное рабочее давление элюента, МПа                                                                   | 5                 |
| Минимальный объем вводимой пробы, мкл                                                                        | 0,1               |
| Время выхода на режим, ч                                                                                     | 0,5               |
| Дрейф нулевого сигнала, е. о. п./ч (с имитатором)                                                            | $5 \cdot 10^{-3}$ |
| Уровень флуктуационных шумов нулевого сигнала, е. о. п.                                                      | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| Допускаемое значение относительного измерения выходного сигнала (высота пика) за нормированное время 48 ч, % | $\leq \pm 5$      |
| Допускаемое относительное среднее квадратическое отклонение выходного сигнала, %                             | 1                 |
| Допускаемое относительное отклонение расхода элюента от среднего значения, %                                 | 2                 |
| Допускаемая относительная погрешность деления выходного сигнала, %                                           | 5                 |
| Максимальная потребляемая мощность без самописца ЛКСА4-003 и ЭВМ, кВт · А                                    | 0,25              |
| Средняя наработка на отказ без ЭВМ, ч                                                                        | 4500              |
| Масса хроматографа без ЭВМ, кг                                                                               | 45                |

**Микроколоночный жидкостный хроматограф "Милихром-2".** Предназначен для разделения смесей веществ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, количественного анализа и идентификации компонентов разделяемой смеси. Благодаря оснащению прибора устройством автоматического дозирования проб, программированным градиентом и первичной математической обработкой хроматограмм его аналитические возможности значительно расширились по сравнению с прибором "Милихром-1".

Принцип действия хроматографа "Милихром-2" заключается в разделении смесей на хроматографической колонке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с последующим детектированием элюента с помощью многоволнового сканирующего спектрофотометрического детектора.

Хроматограф состоит из оптико-механического блока (ОМБ) микрошприцевого насоса, автоматического дозатора проб, хроматографической колонки, монитора, клавиатуры и микропроцессорного блока управления (БУМ). БУМ с помощью монитора и клавиатуры управляет ОМБ, микрошприцевым насосом, автоматическим дозатором проб. Такой блок управления позволяет отображать на экране



монитора режим хроматографирования, формирование и набор градиента, хроматограммы в одно- и многоволновом режимах, квазигладкие ультрафиолетовые спектры компонентов разделяемой смеси, проводить первичную обработку хроматограмм, выполнять серию анализов по заданной программе.

Автоматический дозатор проб в совокупности с микропроцессорным насосом выполняет сразу две очень важные функции: набирает и дозирует пробу в колонку, а также формирует хорошо воспроизводимый градиент в шприц насоса.

Хроматограф "Милихром-2" экономичен. Средний расход элюента на один анализ составляет 1300...1600 мкл (объем хроматографической колонки — 200 мкл).

Микропроцессорное управление дает возможность проводить серию анализов по заранее заданной программе. Программируются: число анализируемых образцов; анализируемый объем; последовательность ввода образцов в колонку; формирование и подача градиента; смена длин волн и числа длин волн в многоволновом режиме детекции.

Монитор и функциональная клавиатура позволяют вести диалог с хроматографом, проводить первичную обработку хроматографической информации (определять время удержания, площадь и высоту пиков).

#### Основные технические данные

|                                                         |                   |
|---------------------------------------------------------|-------------------|
| Диапазон длины волн, мм                                 | 190...360         |
| Дискретность смены длины волны, мм                      | 2                 |
| Точность установки длины волны, мм                      | $\pm 0,5$         |
| Воспроизводимость длины волны, мм                       | $\pm 0,01$        |
| Уровень флуктуационных шумов, е. о. п. в потоке элюента | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| Дрейф нулевого сигнала, е. о. п./ч на имитаторе кюветы  | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| Среднее квадратическое отклонение по высотам пика, %    | 1                 |
| Автоматический дозатор проб:                            |                   |
| число проб                                              | 28                |
| "  набираемых элюентов                                  | 8                 |
| Микрошприцевой насос:                                   |                   |
| максимальное рабочее давление, МПа                      | $5 \pm 0,6$       |
| диапазон расхода элюента, мкл/мин                       | 2...600           |
| нестабильность расхода, %                               | $\leq \pm 0,8$    |
| Объем хроматографической колонки, мкл                   | 200...400         |
| Средний расход элюента на один анализ, мкл              | 1300...1600       |
| Максимальная потребляемая мощность, кВт · А             | $\leq 0,3$        |
| Габаритные размеры, мм                                  | 900×450×700       |
| Масса хроматографа с монитором, кг                      | $\leq 45$         |
| Наработка на отказ, ч                                   | 4500              |

**Лабораторный хроматограф ЛХМ-80 (модель 9).** Предназначен для массовых анализов органических и неорганических газообразных и жидких соединений при выполнении аналитических работ. В основу его действия положены методы газодсорбционной и газожидкостной хроматографии в изотермическом режиме.

Хроматограф состоит из отдельных блоков, которые соединяются между



собой электрическими и газовыми коммуникациями. Основным блоком является блок термостата, включающий термостатируемую камеру, в которой установлены хроматографические колонки — рабочая (в которую вводят анализируемую пробу) и сравнительная. Прибор имеет съемную крышку, на которой установлены детектор и два устройства ввода пробы (испарителя). Необходимые значения температуры в термостатах колонок детектора и испарителей задаются и поддерживаются соответствующими блоками регулирования температуры.

Автономными блоками в хроматографе являются вторичный прибор ЛКС4 и интегратор ИЦ-26.

В комплект поставки хроматографа входят: блок питания детектора ультрафиолетового поглощения; блок питания озонатора; блок регулятора температуры; блок индикации; блок подготовки газов; блок озонатора, сдвоенный блок регулятора температуры; детекторная крышка; блок термостата; электронный цифровой интегратор ИЦ-26; лабораторный компенсационный самопишущий прибор ЛКС4-003; измеритель малых токов; комплекты запасных, сменных и монтажных частей; комплект инструмента и принадлежностей; комплект сопроводительной и эксплуатационной документации, в том числе методические указания.

#### Основные технические данные

Минимальная амплитуда выходного сигнала ( $A$ ) в максимуме хроматографического пика при одной фиксированной средней концентрации контрольного вещества в детекторе ( $\bar{C}$ ), определяемой по концентрации контрольного вещества на входе в хроматографе:

|                                                                |                     |
|----------------------------------------------------------------|---------------------|
| при контрольном веществе октен, $\bar{C}$ % шкалы прибора ЛКС4 | $\geq 1 \cdot 10^7$ |
|----------------------------------------------------------------|---------------------|

|                                                                   |                     |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------|
| при контрольном веществе нафтадан, $\bar{C}$ % шкалы прибора ЛКС4 | $\geq 3 \cdot 10^7$ |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------|

Предел обнаружения, г/с:

|              |                        |
|--------------|------------------------|
| по октену    | $\leq 1 \cdot 10^{-7}$ |
| по нафтадану | $\leq 5 \cdot 10^{-8}$ |

Допускаемое относительное среднее квадратическое отклонение, %:

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| высоты и площади пика | 5,0 |
| времени удерживания   | 2,0 |

|                                                                                                                      |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Уровень флуктуационных шумов нулевого сигнала на минимальном рабочем диапазоне измерения, % шкалы потенциометра ЛКС4 | $\leq 2$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|

Питание — от сети переменного тока:

|               |                   |
|---------------|-------------------|
| напряжение, В | $220^{+22}_{-33}$ |
| частота, Гц   | $50 \pm 1$        |

Потребляемая мощность, кВт · А:

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| при выходе на режим   | 2,5 |
| после выхода на режим | 1   |

Условия эксплуатации:

|                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| температура окружающего воздуха, °С | 10...35      |
| относительная влажность воздуха, %  | 30...80      |
| атмосферное давление, кПа           | 84,0...106,7 |



Автоматизированная информационно-измерительная аналитическая система "Комплектная хроматографическая лаборатория КХЛ-1". Предназначена для высокопроизводительного массового анализа органических и неорганических газообразных и жидких соединений. Анализ проводится одновременно по пяти газохроматографическим каналам с использованием автоматизированной обработки хроматографической информации.

Система КХЛ-1 создана на базе универсального лабораторного хроматографа ЛХМ-80 и специализированного управляющего вычислительного комплекса и является информационно-измерительной. Кроме трех хроматографов и вычислительного комплекса в нее входят пять преобразователей напряжения выходного сигнала хроматографа в частоту, вводимую в вычислительный комплекс. Два свободных измерительных канала могут быть использованы для подключения других хроматографов, не входящих в комплект поставки, приобретаемых дополнительно или имеющихся у потребителя.

Обработка хроматографической информации автоматизирована и осуществляется в реальном масштабе времени независимо по всем (до пяти) каналам так, что анализ можно начинать по любому каналу, не обращая внимания на то, в какой стадии находятся анализы по другим каналам.

Система программного обеспечения КХЛ-1 осуществляет в реальном масштабе времени по каждому хроматографическому каналу следующие операции:

- аппроксимацию и коррекцию дрейфа нулевой линии;
- обнаружение хроматографических пиков по текущим значениям выходных сигналов хроматографа;
- определение параметров хроматографических пиков — времени удерживания, высот и площади;
- формирование градуировочной таблицы при работе в режиме градуировки;
- идентификацию хроматографических пиков по градуировочным смесям и расчет концентраций компонентов анализируемой смеси;
- при необходимости выдачу за время анализа до двадцати четырех двухпозиционных дискретных сигналов управления.

Предусмотрена возможность подключения перспективных хроматографов, например модели 3700 и "Агата".

В каждом канале системы КХЛ-1 выполняются следующие операции:

- газохроматографическое разделение анализируемой смеси на отдельные компоненты;
- формирование хроматограмм в виде аналоговых сигналов с контрольной записью на потенциометрах КСП4;
- преобразование аналоговых сигналов хроматограмм в частотные в блоках БПНЧ-2;
- ввод частотных сигналов хроматограмм в Усеченное УСО и преобразование их в цифровой код;
- программная обработка хроматографической информации в режимах анализа, градуировки и поверки;
- настройка с панели оператора-хроматографиста режимов программной обработки и ввод соответствующих параметров;
- печать результатов обработки.



В системе обеспечена возможность расчета концентраций по любому из следующих методов:

- нормализации с использованием градуировочных коэффициентов;
- нормализации без учета градуировочных коэффициентов;
- "абсолютной" градуировки;
- внутренней стандартизации.

Результаты анализа выдаются на печать в удобной для оператора форме и в общем случае включают: дату и время анализа; номер канала; порядковый номер анализа; способ расчета концентраций; значения времен удерживания, высот и площади пиков; значения концентраций и коды веществ.

В комплект системы КХЛ-1 входят: хроматограф ЛХМ-80, модель 2, ТУ 25-05.2815-81; хроматограф ЛХМ-80, модель 3, ТУ 25-05.2815-82; хроматограф ЛХМ-80, модель 6, ТУ 25-05.2815-82; специализированное УСО УВК на базе ПС-315 для хроматографа (Усеченное УСО), ТУ 25-08 (ЗТЗ.031.011-82); пять блоков преобразования напряжения в частоту БПЧ-2; комплект монтажных частей; ведомость запасных частей и принадлежностей; комплект запасных частей и принадлежностей; ведомость эксплуатационных документов; эксплуатационная документация; спецификация программной документации; программная документация.

#### Основные технические данные

|                                                                                                        |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Допускаемая относительная суммарная погрешность измерения концентраций компонентов в тестовой смеси, % | $\pm 6$     |
| Вероятность безотказной работы каждого канала системы за 250 ч                                         | $\geq 0,88$ |
| Среднее время восстановления системы, ч                                                                | $\leq 4$    |
| Средний срок службы системы, лет                                                                       | $\geq 8$    |

**Хромато-эффузио-масс-спектрометр (хроматограф) МХ-1312В.** Предназначен для количественного и качественного анализа сложных газовых и жидких смесей с температурой кипения не более 350 °С. Качественный анализ проводится как по времени выхода компонентов из хроматографической колонки, так и путем определения молекулярной массы компонентов.

Прибор состоит из электронной и аналитической частей и настольного вычислительного комплекса "Искра-1255" и представляет собой хроматограф нового типа. В состав его входят универсальный ионизационный детектор, определяющий количественный состав компонентов смеси, и эффузиометрическая камера (ячейка Кнудсена), позволяющая установить молекулярные массы этих компонентов.

Универсальный ионизационный детектор обладает высокой чувствительностью ко всем классам веществ. Это масс-спектрометр, в котором коллекторная система устроена таким образом, что все однозарядные положительные ионы с массовым числом в диапазоне 36...200 попадают на один длинный коллектор. Суммарный ток этих ионов, усиливаемый электрометрическим усилителем,



регистрируется самописцем или цифровой системой регистрации. Ионы с массовыми числами 8...32 попадают на другой коллектор, который в обычном режиме работы прибора заземлен, но при наладочных работах к данному коллектору может быть подключен электрометрический усилитель.

Эффузиометрическая камера расположена между хроматографической колонкой и детектором. Объем ее таков, что в ней "помещается" лишь часть хроматографического пика. При определении молекулярной массы вещества в хроматографическом пике клапан, стоящий между хроматографической колонкой и эффузионной камерой, закрывается после прохождения вершины пика через детектор. Смесь компонентов, оставшаяся в эффузионной камере после закрытия клапана, вытекает через отверстие малого диаметра в детектор (поток молекулярный). Падение давления в эффузионной камере определяют по формуле.

$$P = P_0 t_0^{-S_3 t/V},$$

где  $P_0$  — давление в эффузионной камере при  $t_0$ ;  $S_3 = \sqrt{T/M}a$  — скорость откачки газа из эффузионной камеры;  $T$  — абсолютная температура газа в эффузионной камере;  $a$  — постоянная, зависящая от диаметра отверстия;  $M$  — молекулярная масса газа;  $t$  — время откачки эффузионной камеры (от  $P_0$  до  $P$ );  $V$  — объем эффузионной камеры.

Молекулярную массу вещества находят по снятой кривой эффузии данного вещества.

В комплект поставки входят: хроматограф МХ-1312В; комплект запасных частей; комплект запасного имущества и принадлежностей к электронному потенциометру; интерфейс; контроллер магистрали; руководство по эксплуатации, методика поверки; формуляр; ведомость запасных частей и принадлежностей; комплект эксплуатационных документов вычислительного комплекса "Искра-1256"; техническое описание и инструкция по эксплуатации цифрового вольтметра Щ1516.

Поверку хроматографа МХ-1312В проводят в соответствии с методикой, входящей в комплект поставки. Периодичность поверки — 1 раз в год. В процессе поверки выполняют следующие операции: внешний осмотр; проверка сопротивления изоляции силовых цепей; определение порога чувствительности; проверка суммарной относительной погрешности определения молекулярной массы вещества; проверка относительной погрешности количественного анализа; проверка установки температуры эффузионной камеры; определение нестабильности температуры хроматографической колонки; проверка скорости измерения температуры хроматографической колонки в режиме программирования; определение нелинейности программирования температуры хроматографической колонки.

При проведении поверки используют: мегомметр М1101 на 500 В; электронный цифровой вольтметр ВК7-10/А; потенциометр ПП63; секундомер.

#### Основные технические данные

Допускаемая суммарная относительная погрешность, %:  
определения молекулярной массы веществ при концентрации компонента не менее 10 %

2,5



|                                                                         |                     |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| количественного анализа смеси при концентрации компонента не менее 10 % | 3                   |
| Порог чувствительности по гептану, %                                    | $2 \cdot 10^{-5}$   |
| Температура системы напуска, °C                                         | 30...350            |
| Питание — от сети переменного тока:<br>напряжение, В                    | 380/220;<br>220/127 |
| частота, Гц                                                             | 50                  |
| Потребляемая мощность, кВт · А                                          | 3,9                 |
| Масса, кг                                                               | 390                 |

**Хроматограф "Нефтехим-СКЭП".** Предназначен для определения состава многокомпонентных смесей газов, паров или жидкостей. В основу его работы положен метод проявительной газовой хроматографии — разделение пробы анализируемой смеси на компоненты в системе хроматографических колонок вследствие различного распределения компонентов пробы между неподвижной фазой (сорбентом) и подвижной (газом-носителем, в качестве которого выбирается несорбирующее вещество).

Прибор выполнен во взрывозащищенном исполнении и состоит из датчика и электронной стойки управления. Его выпускают в пяти модификациях: ВКГ — прибор для анализа газовых и паровых проб, отбираемых от двух потоков, предназначенный для применения в системах автоматического контроля; ВГК-Р — прибор для анализа газовых и паровых проб, отбираемых от двух потоков, предназначенный для применения в системах автоматического регулирования; ВКЖ — прибор для анализа жидких проб, отбираемых от двух потоков, предназначенный для применения в системах автоматического контроля; ВКЖ-Р — прибор для анализа жидких проб, отбираемых от двух потоков, предназначенный для применения в системах автоматического регулирования; ВКГ-1 — прибор для анализа газовых и паровых проб из одного потока, предназначенный для применения в системах автоматического контроля.

Датчик включает анализатор и панели подготовки газа-носителя, анализируемого газа или анализируемой жидкости. В качестве газа-носителя используют азот, воздух, гелий и аргон. Внутренняя полость анализатора разделена на две части: термостатируемую, в которой располагаются разделительные колонки, переключающие клапаны, детектор для отбора газовых проб, и обогреваемую, в которой размещены клеммные колодки, испаритель жидких проб, входные и выходные штуцера.

Панель подготовки анализируемого газа предназначена для стабилизации давления и расхода анализируемого газа, очистки его от примесей и контроля расхода. На ней размещены фильтр, регулятор давления, манометр, вентиль сброса части потока, трехходовой вентиль, фильтр сероочистки, клапан-прерыватель потока и индикатор расхода газа, подключаемый к потоку газа на выходе из анализатора.

Панель подготовки анализируемой жидкости предназначена для стабилизации давления и расхода анализируемой жидкости, а также ее охлаждения. На ней размещены фильтр, редуктор, манометр, холодильник, трехходовой вентиль и ротаметр.



Панель подготовки газа-носителя предназначена для стабилизации давления и расхода газа-носителя в трех линиях — сравнительной, измерительной и продувки.

На стойке управления хроматографа смонтированы три блока: электронный потенциометр, измерительный блок и блок регулирования, — включающие в себя элементы электрической схемы хроматографа. В измерительном блоке размещены стабилизированный источник питания измерительной схемы, механизм корректировки базовой линии и переключатель полярности и пределов измерения.

В блоке регулирования находятся два терморегулятора и электронный программатор. Для системы регулирования на стойке управления имеются также усилитель и электропневмопреобразователь, обеспечивающие электрический и пневматический выход в систему регулирования.

Датчик хроматографа размещают в непосредственной близости от точки отбора пробы в отапливаемом помещении или обогреваемом шкафу, а блоки, объединенные в стойку управления, — в операторной технологической установке.

Подача и отвод газа-носителя, анализируемого продукта, воздуха управления осуществляются по трубкам размером  $3 \times 0,5$  мм.

Баллоны с газом-носителем под давлением 15 МПа размещают вертикально в специальном месте и прочно закрепляют. На линии, соединяющей баллон с хроматографом, устанавливают фильтр-влагоотделитель. Давление в линии газа-носителя должно быть не ниже 0,4 МПа, а в линии командного воздуха — не ниже 0,25 МПа.

Результаты анализа регистрируются на ленте электронного потенциометра.

#### Основные технические данные

|                                                                                           |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Диапазон измерений концентрации, %                                                        | 0...100           |
| Дрейф нулевого сигнала, % шкалы/ч                                                         | $\leq 2$          |
| Уровень флуктуационных шумов нулевого сигнала после выхода хроматографа на режим, % шкалы | $\leq \pm 1$      |
| Точность поддержания температуры анализатора, °C                                          | $\pm 0,25$        |
| Чувствительность системы детектирования, мВ · см <sup>3</sup> /мг                         | $10^3$            |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение по высотам пиков, %:                        |                   |
| для газовых моделей                                                                       | $\pm 1$           |
| для жидкостных моделей                                                                    | $\pm 1,5$         |
| Стабильность выходных сигналов (за 120 ч), %                                              | $\pm 10$          |
| Питание — от сети переменного тока:                                                       |                   |
| напряжение, В                                                                             | $220^{+22}_{-33}$ |
| частота, Гц                                                                               | $50 \pm 1$        |
| Потребляемая мощность, кВт · А                                                            | 1,5               |
| Габаритные размеры, мм:                                                                   |                   |
| датчика                                                                                   | 900×750×1500      |
| стойки управления                                                                         | 500×800×1300      |
| Масса, кг                                                                                 | 400               |
| Температура окружающего воздуха в месте установки, °C                                     |                   |
| датчика                                                                                   | 5...50            |
| блоков, объединенных в стойку управления                                                  | 10...35           |
| Относительная влажность воздуха, %                                                        | 30...80           |



**Пламенно-фотометрический детектор (ПФД)** с селективной чувствительностью к сере и свинцу. Предназначен для селективного детектирования микроколичеств серосодержащих соединений в хроматографически разделенных органических и неорганических веществах. Он позволяет обеспечить селективный экспресс-контроль соединений серы в промышленных сточных водах, воздушном бассейне промышленных предприятий, продуктах нефтепереработки и нефтехимии.

Детектор ПФД представляет собой предельно простое по конструкции устройство, включаемое без каких-либо изменений в схему хроматографа. Принцип его действия заключается в определении количества серы по интенсивности хемилюминесценции групп  $S_2$  в водородно-воздушном пламени, обогащенном водородом.

Исследуемое вещество после разделения в хроматографической колонке попадает в центральное сопло горелки. В камере хемилюминесценции, ограниченной кварцевой трубкой, создаются условия для образования возбужденных групп  $S_2^*$ , излучающих на определенной длине волны.

Световое излучение фиксируется зеркалом, отфильтровывается узкополостным светофильтром, преобразуется в электрический сигнал, усиливается и регистрируется.

#### Основные технические данные

|                                                                                                            |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Чувствительность детектора, г серы/с                                                                       | $10^{-11}$  |
| Селективность относительно углеводородов                                                                   | $\geq 10^5$ |
| Максимально допустимый объем углеводородного раствора, вводимого в детектор в жидком виде, мм <sup>3</sup> | 40          |

Разработчик — Научно-исследовательский институт нефтехимических производств (НИИнефтехим). Изготовитель — Опытный завод НИИнефтехим.

## 2.5. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

В основу электрохимических методов анализа положена зависимость электрохимических свойств анализируемых сред от их состава. Для измерений могут быть использованы напряжение, потенциал, сила тока, сопротивление, проводимость, емкость, диэлектрическая проницаемость и т. п.

Различают следующие электрохимические методы: кондуктометрический, потенциометрический, кулонометрический, полярографический и амперометрический.

**Кондуктометрический метод** анализа заключается в измерении электропроводности растворов, зависящей от концентрации и природы присутствующих заряженных частиц (простых и сложных ионов, коллоидных частиц). Поэтому результаты измерения электропроводности можно использовать для количественного определения химического состава раствора.

Приборы, реализующие этот метод, называют кондуктометрами. Такие приборы находят применение при анализе различных солевых растворов, определении концентрации кислот и органических соединений.



Обычно измерения проводят в электролитической ячейке, представляющей собой сосуд с анализируемым раствором, в который помещены два электрода. Электродами служат небольшие пластинки платины, покрытые тонким слоем платиновой черни. Расстояние между электродами жестко фиксировано. Электролитическая ячейка, изготовленная из малорастворимого стекла, предназначена для работы при температуре от 0 до 35 °С.

В простейшем виде измерительная схема прибора представляет собой равновесный мост, в плечо которого включена электролитическая ячейка. Электрическое сопротивление такой ячейки измеряют в процессе проведения анализа.

Для компенсации температурного влияния в автоматических анализаторах используют температурные автоматические компенсаторы электрического типа с термометрами сопротивления или полупроводниковыми термисторами.

В последние годы получили распространение бесконтактные способы измерения электропроводности, при которых отсутствует контакт электродов с раствором. В этом случае погрешности измерения, связанные с поляризацией электродов протекающим через них током, отсутствуют. Однако значительно усложняется и дорожает само средство измерения. Поэтому бесконтактные способы применяют большей частью тогда, когда контактная техника измерений оказывается неэффективной.

Разновидностью кондуктометрического метода является кондуктометрическое титрование, применяемое при анализе смеси кислот, солей и т. п.

Известно, что при добавлении одного электролита к другому в результате протекающих химических реакций ионный состав раствора изменяется, соответственно меняется и электропроводность раствора. Поэтому результаты измерения электропроводности используют для определения эквивалентной точки в процессе титрования, если имеется значительная разница в электропроводности между исходным раствором и реактивом или продуктом реакции. Точку эквивалентности находят, строя график зависимости электропроводности от объема израсходованного реактива.

Для кондуктометрического титрования применяют ту же аппаратуру, что и для определения электропроводности растворов. Так как при титровании объемы концентрированных растворов реактива небольшие, то для точных анализов следует использовать микробюретку.

*Потенциометрические методы анализа основаны на зависимости электродвижущей силы (ЭДС) электрохимической (потенциометрической) ячейки от концентрации (активности) определяемого вещества в анализируемом растворе.*

Простейшая потенциометрическая ячейка содержит два электрода — индикаторный и сравнения. Потенциал индикаторного электрода прямо или косвенно зависит от концентрации определяемых ионов. Этот потенциал измеряют относительно электрода сравнения.

Ионы, от концентрации которых непосредственно зависит потенциал электрода, называют потенциалопределяющими для данного электрода.

На индикаторном электроде формируется потенциал, однозначно характеризующий химическое состояние электролита, которое может быть выражено активностью или концентрацией какого-либо иона. Электрод сравнения в отличие от измерительного имеет потенциал, совершенно независимый от состава электролита.



Для того чтобы сравнивать между собой потенциалы различных электродов, за нуль приняли потенциал водородного электрода, представляющего собой платиновую пластинку, опущенную в раствор с активностью ионов водорода, равной единице, и обдуваемую газообразным водородом (под давлением 0,1 МПа). Сам водородный электрод для практического использования неудобен. Его применяют лишь для установления потенциалов стандартных электродов сравнения.

Потенциометрический метод позволяет определять концентрацию или активность конкретного иона. При этом применяют так называемые ионоселективные электроды, представляющие собой электрохимические полуэлементы, для которых разность потенциалов на границе раздела фаз электродный материал — электролит зависит от активности определяемого иона в растворе. Для изготовления таких электродов в твердый материал вводят нерастворимое соединение, содержащее ионы, которые нужно определять. Например, электрод на ионы брома можно получить при полимеризации силикатной резины в присутствии эквивалентной массы бромида серебра. Смесь после затвердения запрессовывают в нижнюю часть стеклянной трубки. Эта твердая смесь поглощает преимущественно ионы, которые входят в ее состав.

В лабораторной практике потенциометрический метод анализа можно использовать непосредственно для определения концентрации ионов в растворе, например pH. Приборной реализацией потенциометрического метода являются pH-метры и иономеры. pH-метр применяют в лабораторной практике как для определения pH, так и для измерений с ионоселективными электродами. Иономер — это pH-метр с одной или двумя небольшими модификациями, предназначенными для упрощения измерений с помощью ионоселективных электродов. Оба прибора позволяют измерять разность потенциалов или ЭДС (в милливольтках) и имеют соответствующий индикатор — цифровой или аналоговый. pH-метр также позволяет переводить определенную в милливольтках ЭДС в единицы pH. При работе с pH-шкалой требуются две регулировки прибора — настройка нуля шкалы по буферному раствору и калибровка, учитывающая крутизну электродной функции рабочего электрода.

Иономер снабжен шкалой (или шкалами), аналогичной pH-шкале, для ионов с различными зарядами или шкалой, которую можно прокалибровать для снятия показаний непосредственно в единицах концентрации или активности. Почти все иономеры имеют также pH-шкалу и милливольтковую шкалу. Некоторые иономеры снабжены pH-шкалами, отградуированными в единицах концентрации отдельных ионов, например  $pF$ ,  $pS$ ,  $pCa$  и т. д.

Электродная система для измерения pH состоит из стеклянного электрода, потенциометра, вспомогательного электрода, электролитического контакта, пористой перегородки и анализируемого вещества.

Потенциометрические методы определения можно разделить на прямую потенциометрию (ионометрию) и потенциометрическое титрование.

В ионометрии вначале по стандартным растворам строят градуировочный график или соответственно настраивают и градуируют измерительный прибор (например, pH-метр), а затем по ЭДС потенциометрической ячейки с анализируемым раствором находят активность или концентрацию определяемых ионов. Наиболее широко метод прямой потенциометрии применяют для определения pH



растворов. Для аналитических целей чаще используют потенциометрическое титрование.

Под потенциометрическим титрованием понимают любые потенциометрические методы определения веществ, использующие хотя бы однократное добавление к анализируемому раствору известного количества (объема) стандартного вещества (раствора), вне зависимости от того, происходит или нет (методы добавок) химическая реакция.

Потенциометрическое титрование в отличие от прямой потенциометрии позволяет:

- определять концентрацию веществ с большей правильностью и воспроизводимостью;

- использовать для определений большее число индикаторных электродов, так как во многих случаях требования к электродам в отношении постоянства угла наклона электродной функции и стандартного потенциала менее жесткие;

- вести измерения в присутствии мешающих веществ, влияющих на потенциал индикаторного электрода, путем подбора титранта, селективно реагирующего только с определяемым веществом;

- при использовании электродноактивных титрантов определять вещества, для которых отсутствуют ионоселективные электроды.

Потенциометрическое титрование можно проводить компенсационным и некомпенсационным методами.

При компенсационном методе во время титрования определяют ЭДС потенциометрической ячейки, а по некомпенсационному — силу тока, протекающего в цепи ячейки, которая практически пропорциональна ЭДС ячейки.

Как правило, задача потенциометрического титрования сводится к установлению объема титранта (стандартного раствора), который содержит такое количество стандартного вещества, которое эквивалентно количеству определяемого вещества в титруемом (анализируемом) растворе, то есть к установлению эквивалентного объема или, иначе говоря, точки эквивалентности. Зная эквивалентный объем стандартного раствора, рассчитывают концентрацию или количество определяемого вещества.

Точку эквивалентности находят различными инструментальными, графическими и расчетными методами, которые выбирают в зависимости от удобства их применения, характера кривой титрования, допустимой погрешности определения и т. п.

Один из простых и удобных методов определения точки эквивалентности — нахождение ее по построенной кривой титрования. При этом на оси абсцисс откладывают объем  $V$  прилитого стандартного раствора, а на оси ординат — соответствующие значения ЭДС  $E$  ячейки, которые могут быть выражены как в единицах напряжения (мВ, В), так и в других условных единицах (рН, делениях шкалы  $L$  и т. п.). При некомпенсационном методе титрования на оси ординат вместо ЭДС откладывают силу тока  $i$ . Точку эквивалентности находят по перегибу интегральной кривой титрования.

Принципиальные схемы установок для компенсационного и некомпенсационного титрования представлены на рисунке 2.19.

При выполнении компенсационного титрования (см. рис. 2.19, а) от источника постоянного тока  $I$  (сухие батареи или аккумуляторы) через делитель напряжения



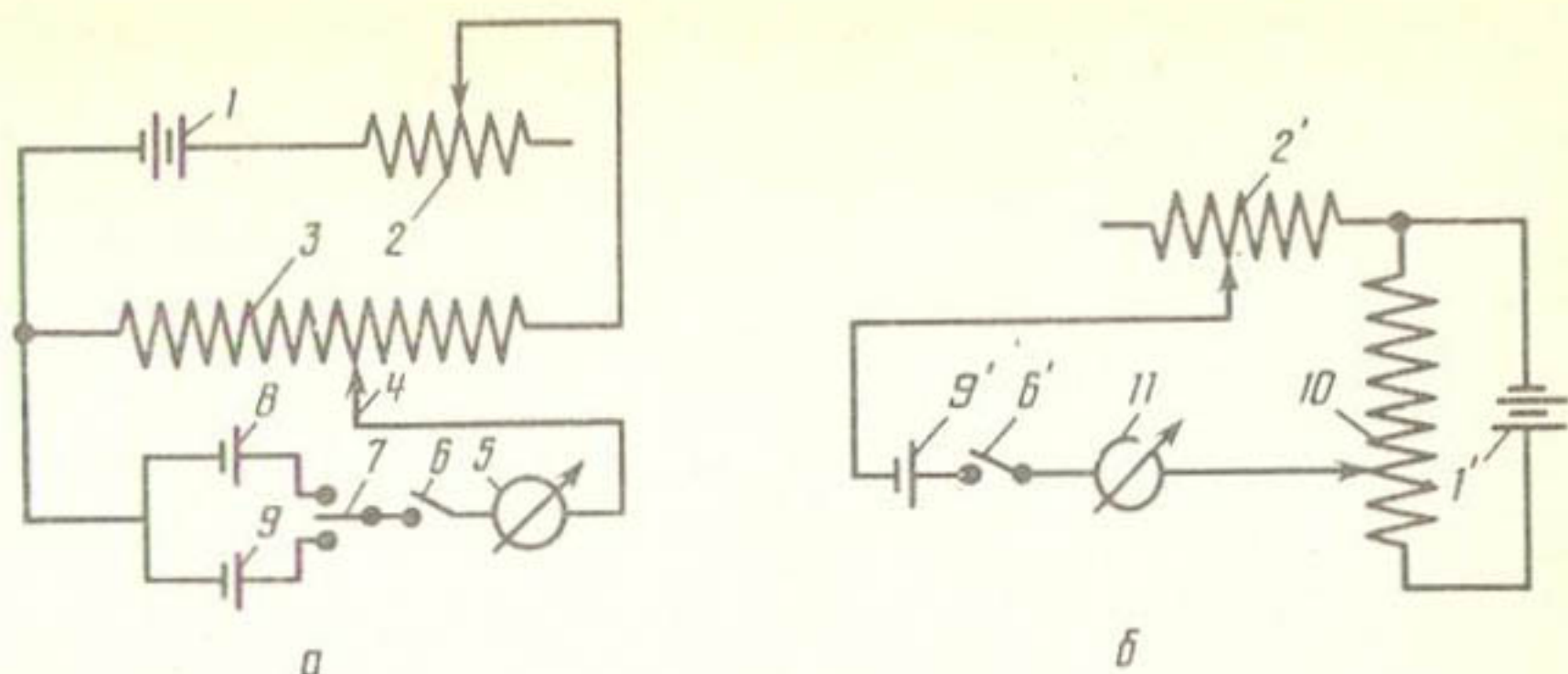


Рис. 2.19. Схемы установок для измерения ЭДС и проведения компенсационного (а) и некомпенсационного (б) титрования:

1, 1' — источник постоянного тока; 2, 2' — регулировочное сопротивление; 3 — делитель напряжения; 4 — скользящий контакт; 5 — гальванометр; 6, 6' — ключ; 7 — переключатель; 8 — нормальный элемент Вестона; 9, 9' — потенциометрическая ячейка; 10 — потенциометр; 11 — микроамперметр

3, снабженный равномерной шкалой, пропускают ток, регулируемый переменным сопротивлением 2. Для удобства работы силу тока принимают такой, чтобы падение напряжения, приходящееся на одно деление шкалы делителя напряжения, соответствовало целому числу мВ. Для этого скользящий контакт 4 устанавливают на деление, соответствующее кратному от значения ЭДС нормального элемента Вестона 8 (1018 мВ). Затем переключателем 7 включают нормальный элемент в цепь гальванометра 5 и, кратковременно замыкая ключ 6, регулировочным сопротивлением 2 добиваются такого момента, когда стрелка гальванометра не отклоняется. Это означает, что ЭДС нормального элемента скомпенсирована напряжением, приходящимся на выбранный участок делителя напряжения.

Когда нормальный элемент скомпенсирован, или, иначе говоря, установлен необходимый рабочий ток в цепи делителя напряжения, переключателем 7 включают в цепь гальванометра потенциометрическую ячейку 9 и, кратковременно замыкая ключ 6, перемещением скользящего контакта 4 добиваются компенсации измеряемой ЭДС. Умножив показания делителя напряжения на цену деления, получают значение ЭДС потенциометрической ячейки.

При выполнении некомпенсационного титрования (см. рис. 2.19, б) напряжение от источника постоянного тока 1' (батарея на 3 В) подается на потенциометр 10 (сопротивление 1 кОм), которым перед началом титрования, замкнув ключ 6', компенсируют ЭДС потенциометрической ячейки 9'. Во время титрования ключ 6' держат замкнутым и наблюдают за показанием чувствительного микроамперметра 11. Переменное сопротивление 2' (50 кОм) принимают такое, чтобы во время титрования сила тока, протекающего через потенциометрическую ячейку, не превышала 70 % шкалы микроамперметра и не вызывала заметной поляризации электродов.

Простой прибор для автоматического титрования представляет собой шприц



(поршень шприца равномерно передвигается с помощью электродвигателя), вводящий раствор титранта в анализируемый раствор с постоянной скоростью, в то время как выходные клеммы рН-метра подключены к самописцу. Точку перегиба кривой титрования определяют в делениях диаграммной ленты самописца, число которых пропорционально времени, а следовательно, и объему израсходованного титранта.

В современных титраторах поршень шприца передвигается специальным электродвигателем, скорость вращения которого регулируется с помощью обратной связи от рН-метра. Известны также автоматические титраторы с встроенными микрокомпьютерами, предназначенными для контроля за титрованием и регулировки подачи титранта.

*Кулонометрический метод* позволяет определять содержание анализируемого вещества в растворе путем измерения количества электричества, необходимого для полного разложения анализируемого вещества в ходе его электролитического восстановления (окисления) при условии 100 %-ного выхода по току (эффективности тока генерации). Разновидностью этого метода является кулонометрическое титрование, позволяющее проводить титрационные определения без предварительного приготовления титрующих растворов.

Суть данного метода заключается в том, что по измеренному количеству электричества, израсходованного за время протекания реакции до полного разложения реагирующего вещества, можно установить содержание этого вещества, основываясь на известных законах электролиза. Единица количества электричества — кулон (Кл,  $A \cdot c$ ) дала название методу анализа — кулонометрия.

Соотношение между количеством электричества и массой превратившегося в ходе электролиза вещества выражено законом Фарадея:

$$m = Mi\tau / (nF),$$

где  $m$  — масса прореагировавшего (определяемого) вещества, г;  $M$  — молярная масса прореагировавшего вещества, г/моль;  $i$  — сила тока в цепи, А;  $\tau$  — время электролиза, с;  $n$  — число электронов, принимающих участие в реакции с 1 молекулой определяемого вещества;  $F$  — постоянная Фарадея, равная 96 500 Кл/моль ( $A \cdot c/\text{моль}$ ).

Различают электролиз при контролируемом потенциале и электролиз при контролируемой силе тока. Первый является прямым, второй может быть прямым и косвенным кулонометрическим методом. При прямом электролизе определяемое вещество само реагирует на электродах. В косвенном методе определяемое вещество реагирует с продуктами электролитического разложения специально подобранного вещества (с электролитически генерированным реагентом).

Электролиз при контролируемом потенциале называют также прямой потенциостатической кулонометрией, прямой электролиз при контролируемой силе тока — прямой амперостатической кулонометрией, косвенный электролиз при контролируемой силе тока — кулонометрическим титрованием (косвенная амперостатическая кулонометрия).

Как прямая кулонометрия, так и кулонометрическое титрование находят широкое применение в практике определения неорганических веществ. С помощью этих методов возможно определение элементов всех групп Периодической



системы Менделеева. Кулонометрическое титрование используют также при анализе органических соединений.

В потенциостатической кулонометрии для задания и поддержания постоянного значения потенциала применяют потенциостаты. Качество потенциостата определяется нестабильностью поддержания потенциала рабочего (контролируемого) электрода во времени. В современных электронных потенциостатах нестабильность поддержания потенциала не превышает 0,1 мВ/ч.

Измерение количества электричества, прошедшего за время электролиза, — одна из трудных задач для данного метода. Значительно более точные результаты можно получить, применяя различные виды кулонометров.

Простейший электрохимический кулонометр позволяет определить суммарное количество электричества, прошедшего в цепи за данное время, либо по увеличению массы катода, включенного последовательно в цепь электролитической ячейки, либо по изменению рН раствора, либо по объему выделившегося газа.

Блок-схема установки для потенциостатической кулонометрии показана на рисунке 2.20.

В основе амперостатической кулонометрии и кулонометрического титрования лежит электролиз при постоянной силе тока.

Простейшая схема установки для поддержания постоянной силы тока в цепи (схема амперостата) приведена на рисунке 2.21, а более сложная схема установки для амперостатической кулонометрии — на рисунке 2.22.

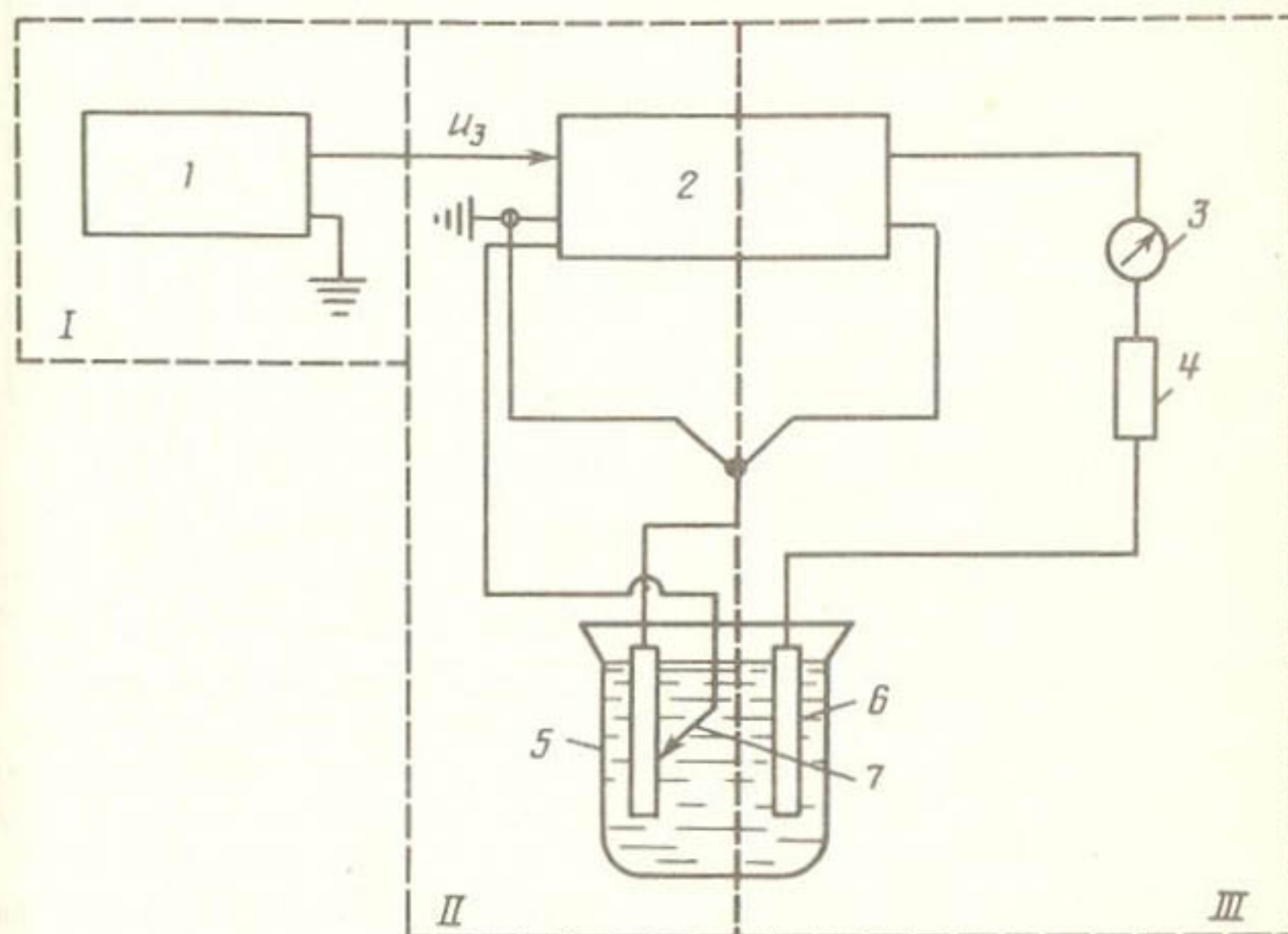


Рис. 2.20. Блок-схема установки для потенциостатической кулонометрии:

I, II и III — блоки задающего напряжения, сравнения напряжения и поляризующего тока; 1 — источник задающего напряжения; 2 — усилитель; 3 — миллиамперметр; 4 — кулонометр; 5, 6, 7 — РЭ, ВЭ, ЭС;  $u_3$  — задающее напряжение



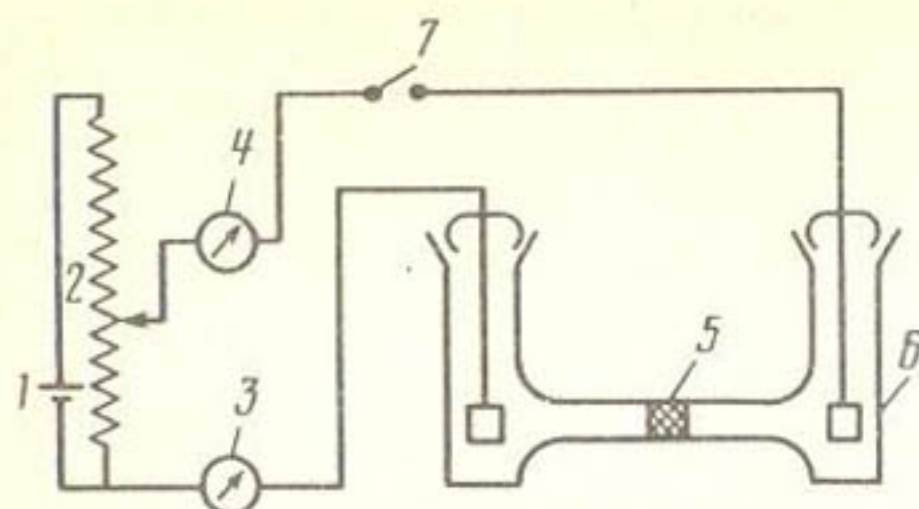


Рис. 2.21. Схема амперостата:

1 — источник тока (выпрямитель ВСА-4);  
2 — высокоомное сопротивление ( $\approx 100$  кОм); 3 — миллиамперметр (шкала 300 мА); 4 — вольтметр (шкала 3 В); 5 — пористая перегородка между анодными и катодными пространствами; 6 — электролизер; 7 — ключ

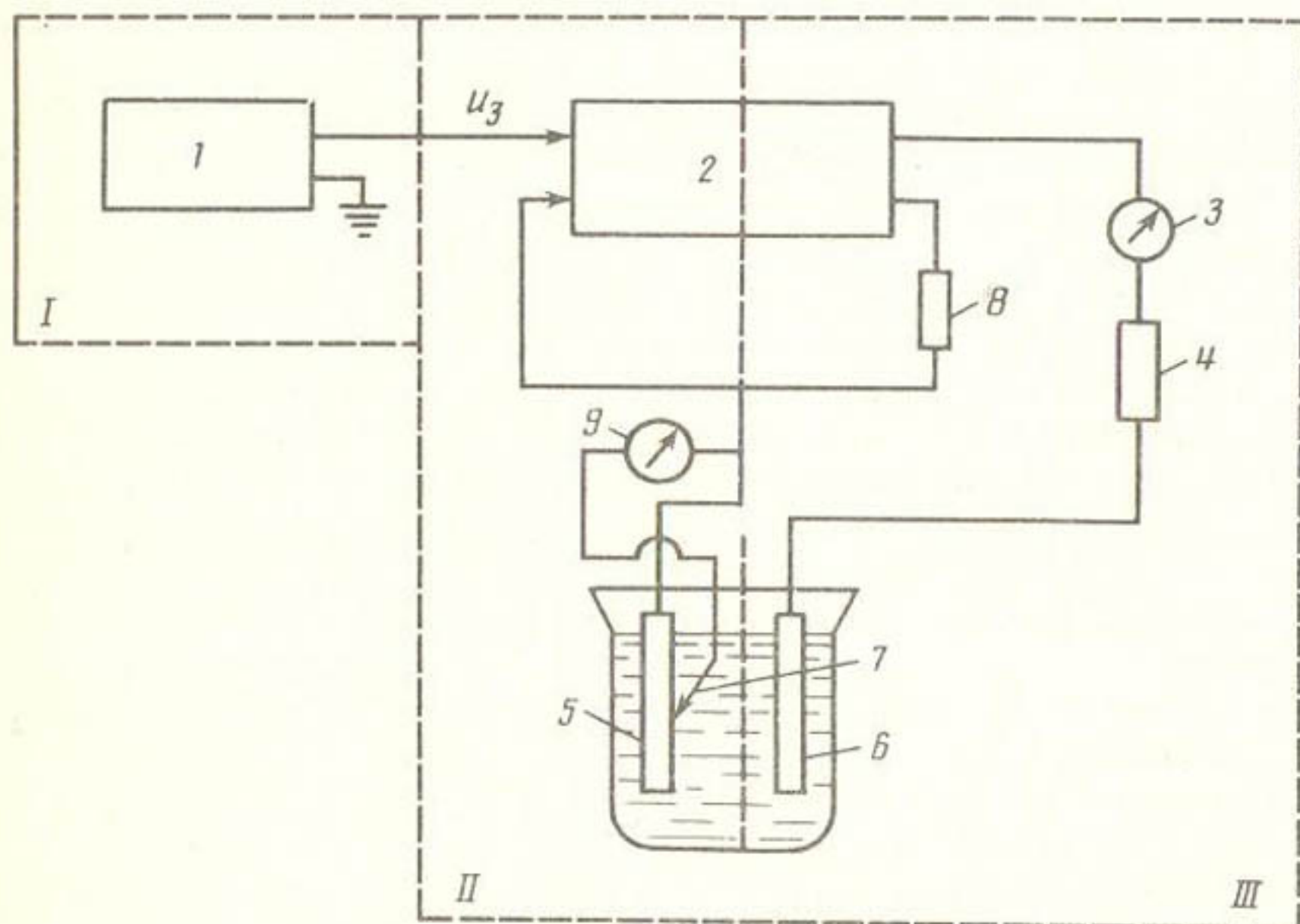


Рис. 2.22. Блок-схема установки для амперостатической кулонометрии:

I, II и III — блоки задающего напряжения, сравнения напряжений и поляризующего тока; 1 — источник задающего напряжения; 2 — усилитель; 3 — миллиамперметр; 4 — кулонометр; 5, 6, 7 — РЭ, ЭС, ВЭ; 8 — сопротивление обратной связи; 9 — высокоомный вольтметр;  $u_3$  — задающее напряжение

Так как сила тока на протяжении всего анализа остается постоянной и точно известной, то для измерения количества электричества достаточно точно измерить время.

В простейшем варианте можно использовать секундомер. Его включают одновременно с замыканием цепи и выключают в момент окончания реакции, указываемый тем или иным индикатором. При более сложных схемах можно применять механические или электрические таймеры, отзывающиеся как на сигнал пуска системы, так и на сигнал окончания процесса; вполне возможно также использование кулонометра.



В методике кулонометрического титрования, имеет ли оно в основе реакцию нейтрализации, окисления—восстановления, осаждения или комплексообразования, приемлемы все известные способы индикации конца титрования, так как данные методы отличаются лишь техникой введения титрующего реагента.

Окраска раствора в точке эквивалентности в кислотноосновном методе титрования изменяется при использовании цветных индикаторов. В окислительно-восстановительном методе титрования в простейшем случае окраску меняет титруемый или титрующий реагенты. В связи с этим конец титрования может быть зафиксирован визуально. Более надежно использовать для этой цели фотоколориметрическую регистрацию, так как выход индикатора можно легко согласовать с работой самописца.

Когда анализируемое вещество либо титрант бесцветны в оптическом диапазоне, что особенно распространено при анализе органических веществ, можно установить конец титрования спектрофотометрически, определив предварительно область спектра, в которой "окрашены" указанные реактивы. Таким образом, титрование можно вести, освещая раствор УФ- или ИК-светом и используя для индикации регистрирующую систему соответствующего спектрофотометра.

Известны три электрические характеристики, резкое изменение которых служит индикатором точки эквивалентности при титровании: 1) потенциал индикаторного электрода (точнее — разность потенциалов между индикаторным электродом и электродом сравнения); 2) сила тока между индикаторными электродами; 3) электрическая проводимость раствора.

Соответственно этим характеристикам различают потенциометрический, амперометрический и кондуктометрический способы индикации конца титрования.

*Полярографический метод* основан на определении природы и количества анализируемого вещества по кривым ток—напряжение, получаемым с помощью капельного ртутного электрода. В основе полярографии лежит зависимость между характером поляризации электрода и составом раствора, в котором он находится. Процессом поляризации называют изменение равновесного потенциала электрода при прохождении через электрод постоянного электрического тока.

Полярографическая установка состоит из измерительной ячейки, включающей сосуд с анализируемым раствором и два электрода, источника поляризующего напряжения, регулятора и измерителя силы тока. Один из электродов представляет собой капли ртути, непрерывно капающие из капилляра с постоянной частотой, благодаря чему поверхность электрода непрерывно обновляется. При постоянной скорости образования капель обеспечивается хорошая воспроизводимость результатов измерений. Вторым электродом служит слой ртути, помещенный на дне ячейки.

Вольтамперную характеристику получают, измеряя силу тока при различных значениях напряжения.

Типичная полярограмма однокомпонентного (а) и трехкомпонентного (б) растворов приведена на рисунке 2.23. Мерой концентрации является высота волны, то есть разность предельной и остаточной силы тока  $\Delta I$ . Напряжение  $u_{1/2}$ , соответствующее средней точке волны, характеризует природу вещества. Таким образом, полярограмма содержит полную информацию о характере и количестве вещества.



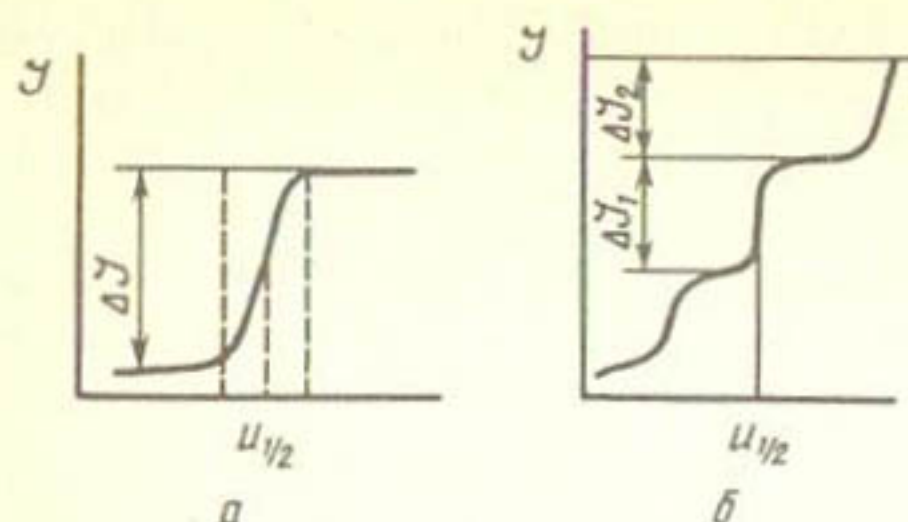


Рис. 2.23. Полярограмма:

а — однокомпонентный раствор; б — трехкомпонентный раствор

На практике не удастся использовать в расчетах зависимость между высотой волны и концентрацией раствора из-за влияния на результат расчета ряда факторов: скорости диффузии анализируемого вещества в растворе, температуры, параметров капилляра и др. Поэтому при анализе сравнивают высоту волны в растворе неизвестной концентрации с высотой волны в стандартном растворе. Применяют также способ, при котором рассчитывают концентрацию анализируемого раствора по приращению высоты полярограммы после добавления в него известного количества исследуемого вещества.

Разновидности полярографического метода (постоянноточковая, импульсная и переменноточковая полярография, вольтамперометрия со стационарным электродом и инверсионная вольтамперометрия) обусловлены видом поляризующего сигнала.

Сравнение некоторых разновидностей полярографии дано в таблице 2.16. Разрешающая способность — минимальная разность потенциалов полуволн, при которой еще можно измерить обе волны, разделяющая способность — тот избыток вещества с более положительным потенциалом полуволны, при котором еще можно измерить волну с более отрицательным потенциалом полуволны.

В полярографии в качестве индикаторного электрода в основном используют ртутный капельный электрод (рис. 2.24). Для его создания чистую ртуть продавливают через капилляр 6. Необходимое для этого давление создают, размещая резервуар (грушу) 2 со ртутью над капилляром. Давление можно регулировать,

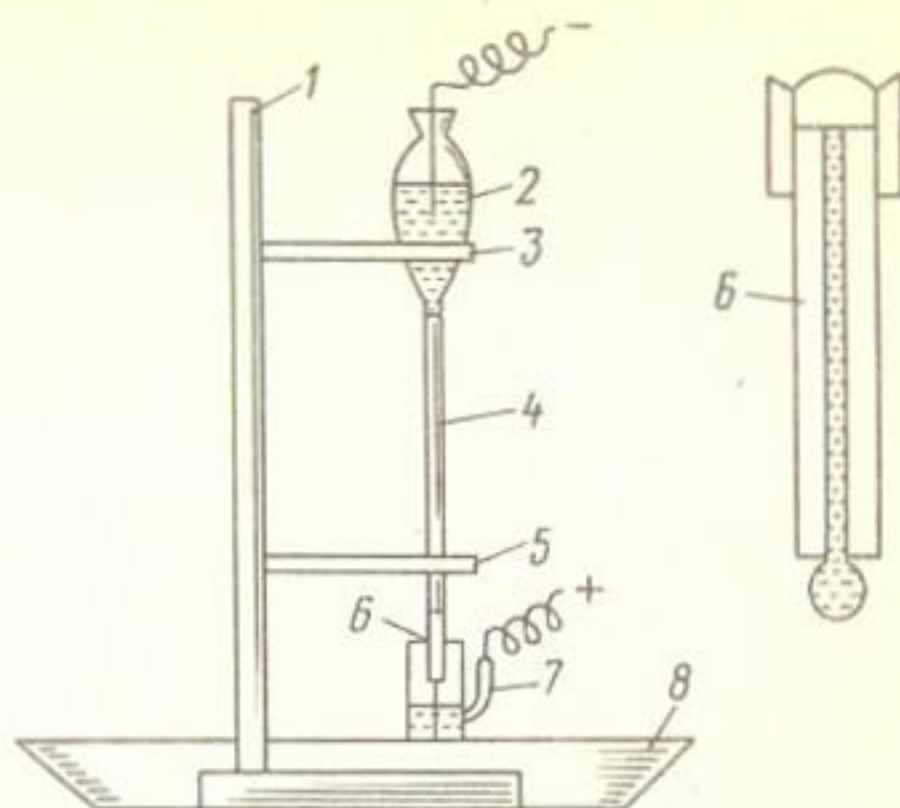
## 2.16. Сравнение некоторых разновидностей полярографии

| Метод                                        | Нижняя граница определяемых концентраций, моль/л | Разрешающая способность, мВ | Разделяющая способность |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Полярография:                                |                                                  |                             |                         |
| постоянноточковая                            | $1 \cdot 10^{-5}$                                | 100                         | 10:1                    |
| переменноточковая                            | $5 \cdot 10^{-8}$                                | 40                          | 1 000:1                 |
| с прямоугольным напряжением                  | $5 \cdot 10^{-8}$                                | 40                          | 20 000:1                |
| импульсная                                   | $1 \cdot 10^{-8}$                                | 40                          | 10 000:1                |
| Вольтамперометрия со стационарным электродом | $3 \cdot 10^{-7}$                                | 40                          | 400:1                   |



Рис. 2.24. Ртутный капающий электрод:

1 — штатив; 2 — груша со ртутью; 3 и 5 — верхнее и нижнее крепящие кольца; 4 — соединительный шланг; 6 — капилляр; 7 — электролизер; 8 — поддон



меняя высоту столба ртути. Подвижное соединение обеспечивается резиновой или полиэтиленовой трубкой 4. При таком устройстве электрода получают более или менее воспроизводимые скорости капания со временем жизни капли 3...5 с, необходимые для постоянно- и переменноточковой полярографии.

Находят применение также более быстро капающие электроды (капилляры большого диаметра), устройства для принудительного отрыва капли в заданные моменты времени (простейшим из них является управляемый электронным таймером молоточек, ударяющий по капилляру).

Удерживать на кончике капилляра ртутную каплю постоянных размеров для инверсионной вольтамперметрии практически невозможно. Для образования капли в этом методе используют платиновую проволочку, впаянную в стеклянную трубку.

В вольтамперметрии применяют также твердые электроды.

Постоянство толщины диффузионного слоя поддерживают разными способами приведения твердого электрода и раствора в движение относительно друг друга (вращающиеся, вибрирующие, проточные электроды).

К твердым электродам относят дисковые, представляющие собой стержень из диэлектрика, на торце которого обычно размещена платиновая пластинка в форме диска. Токоподвод к ней находится внутри стержня. Для приведения стержня во вращение с заданной частотой вращения его укрепляют либо в оправке, связанной ременной передачей с осью синхронного мотора, либо в оси асинхронного мотора (рис. 2.25). Контроль и изменение частоты вращения стержня осуществляются либо набором дисков 3 переменного диаметра для ременной передачи, либо стробоскопическим датчиком с электронным управлением силой тока асинхронного мотора.

Для стандартизации точки отсчета, относительно которой измеряют потенциалы рабочего электрода, в полярографии, так же как и в потенциометрии, используют в качестве электродов сравнения хлорсеребряный и каломельный электроды. Каломельный электрод особенно прост в изготовлении и удобен в обращении при работе с насыщенным раствором хлорида калия в качестве электролита. Насыщенный каломельный электрод (НКЭ) принят в качестве стандартного в большинстве полярографических работ.

Прибор, с помощью которого можно проследить за поляризацией ртутного



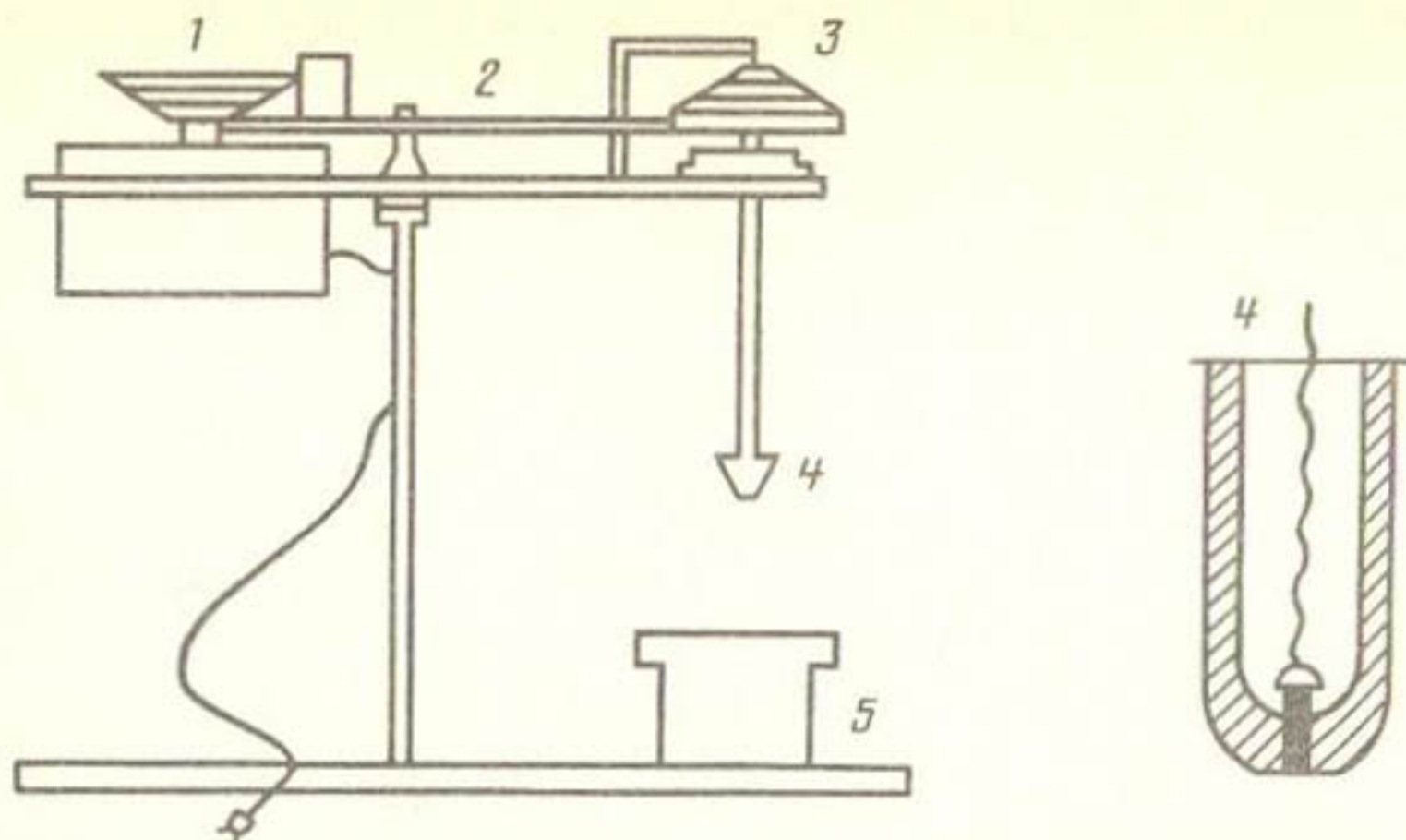


Рис. 2.25. Установка с дисковым вращающимся электродом:

1 — мотор; 2 — передача; 3 — набор дисков; 4 — электрод; 5 — электролизер

капельного или любого другого электрода и получить данные для построения полярограммы, называют полярографом.

Методы полярографического анализа разработаны почти для всех элементов Периодической системы.

К преимуществам полярографического метода анализа можно отнести: быстроту, с которой проводятся определения; возможность определения ряда веществ (ионов) при их совместном присутствии без предварительного разделения; возможность осуществления повторных определений при использовании одной и той же пробы; возможность автоматизации аналитических определений, а также весьма большую чувствительность. Нижний предел устанавливаемых полярографическим методом концентраций составляет  $10^{-5} \dots 10^{-6}$  моль/л. Специальные приемы полярографии позволяют находить вещества в еще меньших концентрациях.

Точность полярографических определений составляет от 1 до 5 % (относительных) в интервале концентраций определяемого вещества от  $10^{-2}$  до  $\pm 10^{-5}$  моль/л.

Полярографический анализ пригоден для осуществления очень широкого круга определений как неорганических, так и органических веществ.

*Амперометрическое титрование* характеризуется тем, что зависимость силы тока восстановления или окисления вещества от его концентрации в растворе можно использовать для определения конца титрования в титрометрическом анализе. Различают амперометрическое титрование с одним и двумя индикаторными электродами.

Амперометрическое титрование с одним индикаторным электродом полностью основано на методе полярографии. Индикаторным электродом может быть либо ртутный капающий, либо твердый движущийся электрод. Можно использовать дисковый вращающийся, проволочный вращающийся, вибрирующий и другие электроды. Твердый электрод изготавливают из инертного материала —



платины, золота, тантала и др. Особенно широкое применение нашли электроды, выполненные из непористых модификаций графита — пирографита — стеклоуглерода, углестала. В качестве второго электрода удобно использовать любой электрод сравнения с достаточно большой поверхностью, чтобы протекающий ток не вызывал его поляризацию. Чаще всего берут хлорсеребряный или каломельный электрод. Потенциал индикаторного электрода в ходе титрования остается постоянным.

Для установления значения поляризации индикаторного электрода, отвечающей наличию предельного тока, необходимо предварительно измерить поляризационную кривую титруемого и титрующего веществ. В случае применения ртутного капаящего электрода можно использовать потенциал полуволны, взятый из таблиц, и установить потенциал поляризации на 10...300 мВ более отрицательным (в случае восстановления реагента).

В случае применения двух индикаторных электродов конечную точку титрования определяют по минимуму силы тока между двумя поляризованными от внешнего источника напряжения электродами. Условием протекания тока в цепи является наличие в растворе окислительно-восстановительной пары, один из компонентов которой восстанавливается на одном, другой — окисляется на втором электроде. Исчезновение одного из компонентов приводит к падению силы тока до нуля.

В качестве материала индикаторных электродов используют платиновые проволоку или жезл площадью 1 см<sup>2</sup>. Удобны графитовые электроды.

Основные преимущества амперометрической индикации конца титрования обусловлены значительно большей чувствительностью по сравнению с потенциометрией. Метод селективен, поскольку, подбирая потенциал индикаторного электрода, можно вести титрование интересующего иона в смеси веществ.

**Лабораторный электронный кондуктометр КЭЛ-1М.** Предназначен для измерения удельной электрической проводимости растворов. В основу его действия положен метод измерения силы тока в цепи чувствительного элемента с непосредственным отсчетом показаний по шкале.

Прибор состоит из первичного, измерительного и температурного преобразователей. Первичный преобразователь — двухэлектродный проточно-погружной. Его корпус изготовлен из химически стойкого стекла. В качестве электродов применена платиновая проволока, навитая виток к витку на цилиндр из стекла. Выводные концы впаяны в стекло и выведены наружу. Со стороны выводов установлены металлическая втулка для крепления кабеля и пластмассовая ручка. Первичный преобразователь соединяется с измерительным преобразователем коаксиальным кабелем с разъемом. Допустимый разброс постоянной чувствительного элемента  $\pm 20\%$ . Измерительный преобразователь собран в унифицированном корпусе УТК. Температурный преобразователь аналогичен первичному преобразователю и изготовлен из стекла. Внутри стеклянного кожуха расположен терморезистор, выводы которого закреплены на металлической втулке. Сверху втулки надевается пластмассовая ручка.

Для подключения к прибору чувствительный элемент имеет кабель и разъем.

Температурный преобразователь выполнен проточно-погружным.

Кондуктометр нормально работает при температуре окружающего воздуха



## Основные технические данные

|                                                                |                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пределы измерения электропроводности, См/см                    | $1 \cdot 10^{-8} \dots 1$                                                                                                                                                                                             |
| Поддиапазоны измерений, См/см                                  | $1 \dots 10^{-1};$<br>$10^{-1} \dots 10^{-2};$<br>$10^{-2} \dots 10^{-3};$<br>$10^{-3} \dots 10^{-4};$<br>$10^{-4} \dots 10^{-5};$<br>$10^{-5} \dots 10^{-6};$<br>$10^{-6} \dots 10^{-7};$<br>$10^{-7} \dots 10^{-8}$ |
| Допустимая основная приведенная погрешность, %                 | $\pm 1$                                                                                                                                                                                                               |
| Диапазон автоматической и ручной температурной компенсации, °C | 2...80                                                                                                                                                                                                                |
| Погрешность температурной компенсации на каждые $\pm 10$ °C, % | $\pm 2$                                                                                                                                                                                                               |
| Параметры анализируемой среды:                                 |                                                                                                                                                                                                                       |
| температура, °C                                                | 2...80                                                                                                                                                                                                                |
| давление, МПа                                                  | 0,1                                                                                                                                                                                                                   |
| Питание от сети переменного тока:                              |                                                                                                                                                                                                                       |
| напряжение, В                                                  | $220^{+22}_{-33}$                                                                                                                                                                                                     |
| частота, Гц                                                    | $50 \pm 1$                                                                                                                                                                                                            |
| Потребляемая мощность, В · А                                   | 50                                                                                                                                                                                                                    |
| Габаритные размеры, мм:                                        |                                                                                                                                                                                                                       |
| измерительного преобразователя                                 | $480 \times 380 \times 210$                                                                                                                                                                                           |
| первичного                                                     | $200 \times 50 \times 30$                                                                                                                                                                                             |
| Масса, кг:                                                     |                                                                                                                                                                                                                       |
| измерительного преобразователя                                 | 10,6                                                                                                                                                                                                                  |
| первичного                                                     | 0,1                                                                                                                                                                                                                   |
| Наработка на отказ, ч                                          | 4500                                                                                                                                                                                                                  |
| Средний срок службы, лет                                       | 6                                                                                                                                                                                                                     |

1...35 °C, относительной влажности воздуха до 80 %, атмосферном давлении 90,4...104,4 кПа.

**Лабораторный кондуктометр ЛК-563М.** Предназначен для измерения электрической проводимости обессоленной или дистиллированной воды, а также разбавленных (в 10...20 раз) природных вод и водных вытяжек из почв. Принцип его действия заключается в дискретном измерении тока, пропорционального электрической проводимости анализируемой среды.

Приборы можно использовать для контроля степени очистки воды и появления в ней малых концентраций солевых примесей, для поверки стационарных установок, а также в зональных агрохимических лабораториях для определения общего содержания солей в природных водах и водных вытяжках из почв.

Кондуктометр состоит из измерительного блока и трех модификаций датчика по числу измеряемых поддиапазонов проводимости — ДЭП-002, ДЭП-003, ДЭП-004 (табл. 2.17).

Измерительный блок представляет собой панель, смонтированную в пластмассовом корпусе. На передней панели установлены микроамперметр, ручка резистора регулирования и калибровки, микроразъем для присоединения датчика. Датчик помещают в нише передней панели на двух пружинных держателях. Для переноски измерительный блок снабжен ручкой.



## 2.17. Поддиапазоны измерений удельной электрической проводимости для различных модификаций датчика

| Модификация | Поддиапазон измерений удельной электрической проводимости, См/см | Конструкция датчика |
|-------------|------------------------------------------------------------------|---------------------|
| ДЭП-002     | $10^{-6} \dots 10^{-5}$                                          | Проточно-погружной  |
| ДЭП-003     | $10^{-5} \dots 10^{-4}$                                          | Погружной           |
| ДЭП-004     | $10^{-4} \dots 10^{-3}$                                          | То же               |

Корпус всех датчиков изготовлен из суспензионного гранулированного прозрачного полиметилметакрилата. В полости корпуса смонтированы электроды. Датчики присоединяют к измерительному блоку.

Электроды представляют собой две титановые пластинки, согнутые по цилиндру и покрытые платиновой чернью по инструкции.

В комплект прибора входят кондуктометр, датчик, лабораторный стеклянный ртутный термометр, комплект сменных частей.

Кондуктометр устанавливают на лабораторном столе. Эксплуатировать его можно при температуре окружающего воздуха  $10 \dots 35^\circ\text{C}$ , относительной влажности  $30 \dots 80\%$ , давлении  $94 \dots 104$  кПа.

### Основные технические данные

|                                                            |                            |
|------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Пределы измерений электрической проводимости, См/см        | $10^{-6} \dots 10^{-3}$    |
| Параметры анализируемой среды:                             |                            |
| температура, $^\circ\text{C}$                              | $0,5 \dots 50$             |
| давление, МПа                                              | $0,5$                      |
| расход через датчик, л/мин                                 | $\leq 2$                   |
| Интервал между измерениями, мин                            | $\geq 1$                   |
| Основная приведенная погрешность, % поддиапазона измерения | $\pm 1,5$                  |
| Габаритные размеры, мм:                                    |                            |
| кондуктометра                                              | $218 \times 173 \times 85$ |
| датчика                                                    | $135 \times 30 \times 30$  |
| Масса, кг:                                                 |                            |
| кондуктометра                                              | $1,6$                      |
| датчика                                                    | $0,16$                     |
| Вероятность безотказной работы в течение 1000 ч            | $0,95$                     |
| Средний срок службы, лет                                   | $6$                        |

Б. 40. Кондуктометр вод КЛВ-102. Предназначен для контроля удельной электрической проводимости и температуры поверхностных вод с измерением глубины погружения датчика. Его можно использовать в полевых условиях, на плавсредствах и в лабораториях.

Принцип действия канала измерения электрической проводимости заключается в измерении падения напряжения в цепи датчика. В основу действия канала измерения температуры и глубины погружения положено изменение сопротивле-



ния резисторов, включенных в одно из плеч моста. Диапазоны измерения переключаются автоматически в соответствии со схемой поиска диапазона, составленной из микросхем и операционных усилителей.

В пластмассовый корпус датчика вмонтированы три электрода (для измерения электрической проводимости), термометр сопротивления (для измерения температуры) и сильфон (для измерения глубины погружения).

Прибор имеет цифровую индикацию и выход на регистратор.

В комплект поставки кондуктометра входят: блок измерения; датчик; экспедиционный ящик, комплект запасных частей; комплект инструмента и принадлежностей; паспорт; методика поверки.

### Основные технические данные

Диапазон измерения:

удельной электрической проводимости, См/см

$100 \cdot 10^{-1} \dots 1$ ;  
 $1 \dots 10 \cdot 10^{-3}$ ;  
 $100 \cdot 10^{-3} \dots 100 \cdot 10^{-4}$

температуры контролируемой среды, °С

2...40

глубины погружения датчика, м

0...10

Допускаемая основная приведенная погрешность измерения удельной электрической проводимости, % верхнего предела каждого диапазона

± 2

Допускаемая основная абсолютная погрешность измерения:

температуры контролируемой среды, °С

± 0,5

глубины погружения датчика, м

± 0,5

Габаритные размеры: мм

датчика

76 × 182

измерительного преобразователя с блоком питания

226 × 62 × 121

Масса прибора, кг

3,65

Средний срок службы прибора, лет:

в лабораторных условиях

6

в полевых "

4

**Переносной кондуктометр степени минерализации воды КСМВ-102.** Предназначен для определения электропроводности воды в стандартных единицах при массовых экспресс-анализах как в лабораториях, так и в полевых условиях. Его можно использовать при проведении почвенных и гидрогеологических изысканий, солевой съемке и картировании, контроле природных поверхностных вод, контроле сбрасываемых в водоемы сточных вод, очищенных и условно чистых вод, использовании на орошение сточных вод и животноводческих стоков.

Питание прибора — от батарей напряжением 12 В и от сети переменного тока напряжением 220 В промышленной частоты. Показания его не зависят от колебаний напряжения сети (встроен стабилизатор).

Сопротивление растворов измеряют при переменном токе (две частоты в зависимости от диапазона), что почти полностью исключает поляризацию электродов. На каждом диапазоне измерений проводят калибровку.

Методика определения степени минерализации сводится к построению графиков зависимости минерализации изучаемого объекта и электрической



проводимости в стандартных единицах (См/см). Для составления графиков следует сделать полные анализы воды (водных вытяжек почв) и параллельно измерять электрическую проводимость. При контроле природных поверхностных вод достаточно иметь результаты регулярных наблюдений за их электрической проводимостью и при ее изменении выполнять анализы аналитическим способом по ряду контролируемых параметров.

#### Основные технические данные

|                                                               |                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерений электрической проводимости, См/см          | 0...2·10 <sup>-1</sup> ;<br>0...2·10 <sup>-2</sup> ;<br>0...2·10 <sup>-3</sup> ;<br>0...2·10 <sup>-4</sup> |
| Основная приведенная погрешность кондуктометра в комплекте, % | 2,5                                                                                                        |
| Температура, °С:                                              |                                                                                                            |
| анализируемой среды                                           | 2...40                                                                                                     |
| окружающего воздуха                                           | -10...40                                                                                                   |
| Потребляемая мощность, Вт:                                    |                                                                                                            |
| от сети                                                       | ≤ 3                                                                                                        |
| от батарей                                                    | ≤ 0,8                                                                                                      |
| Напряжение питания от батарей, В                              | 12                                                                                                         |
| Питание от сети:                                              |                                                                                                            |
| напряжением, В                                                | 220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub>                                                                          |
| частотой, Гц                                                  | 50 ± 1                                                                                                     |
| Габаритные размеры, мм:                                       |                                                                                                            |
| измерительного преобразователя                                | 120 × 140 × 234                                                                                            |
| первичного                                                    | ∅ 22 × 117                                                                                                 |
| сетевого блока питания                                        | 58 × 68 × 66                                                                                               |
| Масса комплекта, кг                                           | ≤ 3                                                                                                        |

Изготовитель — ВНПО "Прогресс".

**Многоточечный кондуктометр воды КВМ-1УХЛ4.2.** Предназначен для определения качества особо чистой воды, получаемой путем очистки при помощи ионитных смол или методом ректификации, по ее удельной электрической проводимости (измеряют одновременно в восьми точках технологического процесса контактными первичными преобразователями проточного исполнения). Прибор представляет собой электронный блок, соединенный с восемью первичными преобразователями экранированными кабелями. Первичные преобразователи преобразуют удельную электрическую проводимость воды в пропорциональный электрический сигнал. Электронный блок предназначен для преобразования информации, полученной от первичных преобразователей, в нормированные электрические сигналы 0...5 мА и 0...10 мВ, пропорциональные измеряемой удельной электрической проводимости.

Для обеспечения независимости результатов измерения удельной электрической проводимости от колебаний температуры воды в схеме электронного блока предусмотрена температурная компенсация, приводящая результаты измерений к значению удельной электрической проводимости при 20 °С.

Электронный блок снабжен стрелочным прибором со шкалой, градуированной в единицах удельной электрической проводимости (См/см), предусмотрена также сигнализация о достижении заданной точки поддиапазона измерений.



К электронному блоку может быть подключен миллиамперметр или милливольтметр с классом точности не ниже 0,5 или при необходимости записи показаний автоматический потенциометр КСП-3 или ПСР-1.

Соотношения между удельной электрической проводимостью, удельным сопротивлением, выходным током и напряжением на различных поддиапазонах даны в таблицах приложения к техническому описанию прибора.

По устойчивости к воздействиям климатических факторов внешней среды прибор имеет исполнение УХЛ, категорию изделия 4,2 по ГОСТ 15150, обыкновенное использование по ГОСТ 12997. Его нельзя устанавливать по взрыво- и пожароопасных помещениях.

В комплект поставки кондуктометра входят: электронный блок; восемь первичных преобразователей, ведомость запасных частей и принадлежностей; монтажный комплект; упаковка; техническое описание и инструкция по эксплуатации; паспорт.

### Основные технические данные

|                                                                                          |                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерения удельной электрической проводимости воды, См/см                       | $0,4 \cdot 10^{-7} \dots 1 \cdot 10^{-5}$                                                                                               |
| Поддиапазоны измерения удельной электрической проводимости воды, См/см:                  | $0,4 \cdot 10^{-7} \dots 1 \cdot 10^{-7}$ ;<br>$0,1 \cdot 10^{-6} \dots 1 \cdot 10^{-6}$ ;<br>$0,1 \cdot 10^{-5} \dots 1 \cdot 10^{-5}$ |
| Допускаемая основная погрешность, %                                                      | $\pm 6$                                                                                                                                 |
| Допускаемая зона нечувствительности точки срабатывания сигнализации, %                   | $\pm 10$                                                                                                                                |
| Питание — от сети переменного тока:                                                      |                                                                                                                                         |
| напряжение, В                                                                            | $220^{+22}_{-33}$                                                                                                                       |
| частота, Гц                                                                              | $50 \pm 1$                                                                                                                              |
| Потребляемая мощность, В · А                                                             | 100                                                                                                                                     |
| Длина электрической линии связи между первичным преобразователем и электронным блоком, м | $\leq 50$                                                                                                                               |
| Температура анализируемой воды, °С                                                       | 5...35                                                                                                                                  |
| Расход анализируемой воды через первичный преобразователь, л/мин                         | 0,5...3,0                                                                                                                               |
| Давление анализируемой среды, МПа                                                        | $\geq 0,5$                                                                                                                              |
| Атмосферное давление, кПа                                                                | 84...107                                                                                                                                |

**Лабораторный кондуктометр КЛ-3 "Импульс".** Предназначен для измерения удельной электрической проводимости водных и неводных растворов солей, кислот и других жидкостей в диапазоне от 100 мкСм/м до 100 См/м. Принцип его действия заключается в использовании уравниваемого вручную дискретными наборами проводимостей моста переменного тока. Одним из плеч моста служит двухэлектродный контактный первичный преобразователь. Измерительный мост питается переменным напряжением с периодически меняющейся на 180° фазой.

Прибор состоит из измерительного блока, двух заполняемых и одного погружного первичных преобразователей. Первичные преобразователи выполнены в виде электродов. Электроды заполняемого первичного преобразователя на пределы измерения 0,1...100 См/м изготовлены из платины и покрыты платиновой



чернью. Электроды заполняемого первичного преобразователя на пределы измерения 0,1...100 мСм/м и электроды погружного первичного преобразователя выполнены из гладкой платины. Первичные преобразователи соединены с измерительным блоком кабелем.

В комплект поставки кондуктометра входят: измерительный блок; два заполняемых первичных преобразователя; погружной первичный преобразователь; подставка; соединительный кабель; втулка; кольцо; три плавкие вставки ВП1-1-0,25А; техническое описание и инструкция по эксплуатации; паспорт; упаковка.

#### Основные технические данные

Поддиапазоны измерения:

|       |                           |
|-------|---------------------------|
| мСм/м | 0,1...1; 1...10; 10...100 |
| См/м  | 0,1...1; 1...10; 10...100 |

Допускаемая основная относительная погрешность прибора, %  $\pm 0,5$

Питание — от сети переменного тока:

|               |                   |
|---------------|-------------------|
| напряжение, В | $220^{+22}_{-33}$ |
| частота, Гц   | $50 \pm 1$        |

Потребляемая мощность, В · А 15

Кондуктометрические агрегатные средства аналитической техники АСАТ-КМ — анализаторы АКК-М-01 и АКК-М-02. Предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами. Они преобразуют удельную электрическую проводимость растворов (от обессоленной воды до слабых растворов кислот, щелочей, солей) в унифицированный сигнал ГСП. Принцип их действия заключается в измерении удельной электрической проводимости жидких сред (электролитов) контактным (АКК-М-01) и бесконтактным индуктивным (АКК-М-02) способами.

Анализаторы состоят из преобразователя, датчика (проточного или погружного) и потенциометра КСП2-016. Датчик — трехэлектродный с металлическими кольцевыми электродами, впрыснутыми в полипропиленовый корпус с каналом диаметром 10 мм. Весь диапазон измерения охватывается двумя датчиками с постоянной 100 и 1 См.

Анализируемая среда для АКК-М-01 — дистиллят, водные растворы чистых кислот, щелочей, солей и органические электролиты; для АКК-М-02 — водные растворы чистых и загрязненных кислот, щелочей и солей.

В комплект поставки входят: преобразователь; датчики — проточные и погружные; потенциометр; эксплуатационная документация.

#### Основные технические данные

Диапазоны измерений удельной электрической проводимости с разбивкой на поддиапазоны с отношением пределов шкалы 1:100 и 1:10, См/см:



АКК-М-01

АКК-М-02

Температура, °С:

анализируемой среды

окружающего воздуха

Допускаемая основная погрешность (определяется пределами допускаемых значений систематической составляющей основной погрешности  $\Delta_c$ ), %

Допускаемые изменения показаний

Габаритные размеры, мм:

преобразователей АКК-М-01 и АКК-М-02

проточного датчика АКК-М-01

проточного датчика АКК-М-02

погружного датчика АКК-М-01

погружного датчика АКК-М-02

Масса, кг:

преобразователей АКК-М-01 и АКК-М-02

проточного датчика АКК-М-01

проточного датчика АКК-М-02

погружного датчика АКК-М-01

погружного датчика АКК-М-02

Питание — от сети переменного тока:

напряжение, В

частота, Гц

Потребляемая мощность, В · А

Вероятность безотказной работы за 1000 ч

Средний срок службы, лет

Условия эксплуатации:

температура окружающей среды, °С

относительная влажность, %

 $1 \cdot 10^{-8} \dots 1 \cdot 10^{-2}$  $(1 \cdot 10^{-7} \dots 1 \cdot 10^{-6}; 1 \cdot 10^{-8} \dots 1 \cdot 10^{-7};$  $1 \cdot 10^{-7} \dots 1 \cdot 10^{-6}; 1 \cdot 10^{-6} \dots 1 \cdot 10^{-4};$  $1 \cdot 10^{-6} \dots 1 \cdot 10^{-5}; 1 \cdot 10^{-5} \dots 1 \cdot 10^{-4};$  $1 \cdot 10^{-4} \dots 1 \cdot 10^{-2}; 1 \cdot 10^{-4} \dots 1 \cdot 10^{-3};$  $1 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-2})$  $1 \cdot 10^{-2} \dots 1 (1 \cdot 10^{-2} \dots 1; 1 \cdot 10^{-2} \dots 1 \cdot 10^{-1};$  $1 \cdot 10^{-1} \dots 1)$ 

1...110 с автоматической температурной компенсацией на  $\pm 15$  °С от рабочей температуры

5...50

 $\pm 2$ 

$\leq 0,5$  предела допускаемой основной погрешности при изменении температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С в интервале температур от 5 до 50 °С;

$\leq 0,8$  предела допускаемой основной погрешности при изменении напряжения питания от номинального значения 220 В $^{+22}_{-33}$ ;

не превышают предела допускаемого значения основной погрешности при изменении температуры на каждые 15 °С от рабочего значения температуры в интервале 1...110 °С

520×118×392

63×135×215

160×206×270

140×148×602 (1102, 1602)

140×148×208 (602, 1102, 1602)

17,5

0,53

4,8

1,64 (2,16; 2,84)

1,7 (2,69; 3,43)

220

50

16

 $\geq 0,92$  $\geq 8$ 

0...50

30...80

Автоматические показывающие и сигнализирующие солемеры типа СКМ. Предназначены для непрерывного измерения содержания солей (условно по хлористому натрию) и удельного электрического сопротивления водных растворов



# 2.18. Основные технические характеристики солемеров

| Тип, вариант исполнения<br>солемера | Диапазон измерений                 |          | Температура контролируемой среды, °С | Допускаемая основная погрешность, % верхнего предела измерения | Число точек измерения |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------|
|                                     | мг/л                               | кОм·см   |                                      |                                                                |                       |
| СКМ101                              | 0,1...2                            | —        | 2...40 или 20...100                  | ± 6                                                            | 1                     |
| СКМ201                              |                                    | —        |                                      |                                                                | 2                     |
| СКМ401                              |                                    | —        |                                      |                                                                | 4                     |
| СКМ601                              |                                    | —        |                                      |                                                                | 6                     |
| СКМ111                              | 0,1...2                            | —        | 100...280                            | ± 6                                                            | 1                     |
| СКМ211                              |                                    |          |                                      |                                                                | 2                     |
| СКМ411                              |                                    |          |                                      |                                                                | 4                     |
| СКМ611                              |                                    |          |                                      |                                                                | 6                     |
| СКМ102                              | 0,2...4 или 0,5...10, или 1,0...20 | —        | 2...40 или 20...100                  | ± 6                                                            | 1                     |
| СКМ202                              |                                    |          |                                      |                                                                | 2                     |
| СКМ402                              |                                    |          |                                      |                                                                | 4                     |
| СКМ602                              |                                    |          |                                      |                                                                | 6                     |
| СКМ112                              | 0,2...4 или 0,5...10, или 1,0...20 | —        | 100...280                            | ± 6                                                            | 1                     |
| СКМ212                              |                                    |          |                                      |                                                                | 2                     |
| СКМ412                              |                                    |          |                                      |                                                                | 4                     |
| СКМ612                              |                                    |          |                                      |                                                                | 6                     |
| СКМ103                              | 2...40 или 5...100                 | —        | 2...40 или 20...100                  | ± 6                                                            | —                     |
| СКМ203                              |                                    |          |                                      |                                                                | —                     |
| СКМ403                              |                                    |          |                                      |                                                                | —                     |
| СКМ603                              |                                    |          |                                      |                                                                | —                     |
| СКМ113                              | 2...40 или 5...100                 | —        | 100...280                            | ± 6                                                            | 1                     |
| СКМ213                              |                                    |          |                                      |                                                                | 2                     |
| СКМ313                              |                                    |          |                                      |                                                                | 4                     |
| СКМ613                              |                                    |          |                                      |                                                                | 6                     |
| СКМ104                              | 20...400 или 50...1000             | —        | 2...40 или 20...100                  | ± 6                                                            | 1                     |
| СКМ204                              |                                    |          |                                      |                                                                | 2                     |
| СКМ404                              |                                    |          |                                      |                                                                | 4                     |
| СКМ604                              |                                    |          |                                      |                                                                | 6                     |
| СКМ114                              | 200...4000                         | —        | 100...280                            | ± 6                                                            | 1                     |
| СКМ214                              |                                    |          |                                      |                                                                | 2                     |
| СКМ414                              |                                    |          |                                      |                                                                | 4                     |
| СКМ610                              |                                    |          |                                      |                                                                | 6                     |
| СКМ100                              | —                                  | 10...400 | 2...100                              | ± 3                                                            | 1                     |



солей, а также сигнализации их отклонения от заданного значения в одной точке или последовательно в каждой из двух, четырех или шести точек. Выпускают 33 типа таких солемеров (табл. 2.18).

В основу действия приборов положен кондуктометрический метод определения содержания солей в водном растворе. Измеряется сопротивление измерительной ячейки преобразователя, заполненной анализируемым раствором, уравновешенным мостом переменного тока. Измерительная ячейка включена в одно из плеч моста. В результате изменения электрического сопротивления, функционально связанного с содержанием солей в растворе, нарушается равновесное состояние схемы, что приводит к изменению показания моста.

С целью исключения влияния изменения температуры анализируемого раствора на результат измерения в конструкции солемера предусмотрена температурная компенсация с помощью терморезистора, встроенного в корпус преобразователя и включенного в другое, смежное с измерительной ячейкой, плечо моста.

Преобразователи, входящие в состав солемера, выполняют проточными (ДСВ20...ДСВ23) и погруженными (ДСВ24...ДСВ27). Преобразователи ДСВ20...ДСВ23 представляют собой металлический цилиндрический корпус, в котором расположены измерительная ячейка и термокомпенсатор. Преобразователи ДСВ24...ДСВ27 устанавливают на емкость, а также в основной трубопровод. Отличаются они друг от друга конструкцией и размерами измерительной ячейки.

Шкала солемера варианта исполнения СКМ100 отградуирована в единицах удельного электрического сопротивления ( $\text{кОм} \cdot \text{см}$ ), а остальных вариантов исполнения — в единицах концентрации ( $\text{мг/л}$ ).

В комплект поставки входят: уравновешенный мост переменного тока КМ140; первичный измерительный преобразователь ДСВ20 или ДСВ24, ДСВ21 или ДСВ25, ДСВ22 или ДСВ26, ДСВ23 или ДСВ27; переключатель ПМЗК-05 или ПМЗК-09\*; соединительный ящик ЯСС-01 или ЯСС-02, или ЯСС-03\*; охладитель ОВС-01 (поставляется только в проточном варианте исполнения ДСВ); переходная плата к мосту КМ140; переходная плата к переключателю ПМЗК-09 с монтажным комплектом\*; переходная плата к охладителю ОВС-01\*; переходная плата к ящику ЯСС-01, ЯСС-02 или ЯСС-03\*; одиночный комплект запасных частей и принадлежностей; паспорт; методические указания по поверке.

Кроме перечисленных изделий с солемером типа СКМ по отдельному договору поставляют: групповой комплект запасных частей и принадлежностей и ремонтный комплект запасных частей и принадлежностей к изделиям, входящим в состав прибора, ремонтную документацию, разработанную предприятием-разработчиком.

#### Основные технические данные

|                                     |                   |
|-------------------------------------|-------------------|
| Время установления показания, с     | $\leq 10$         |
| Питание — от сети переменного тока: |                   |
| напряжение, В                       | $220^{+10}_{-15}$ |
| частота, Гц                         | $50 \pm 1$        |

\* Число зависит от варианта исполнения.



Мощность, потребляемая при  $\cos \varphi$  не менее 0,8, В·А

15

Габаритные размеры, мм:

ДСВ21...ДСВ23

218 × Ø 115; 199 × Ø 110

ДСВ27

199 × Ø 110

соединительного ящика

116 × 150 × 124

переключателя

260 × Ø 104

охладителя

642 × Ø 250

Масса, кг:

ДСВ21

6,6

ДСВ22, ДСВ23

5,5

ДСВ27

1,3

соединительного ящика

20,0

переключателя

3,2

охладителя

15,5

**Анализатор-солемер УСКМ.** Предназначен для измерения удельного электрического сопротивления водных растворов и сигнализации о его отклонении от заданного значения. В основу действия прибора положена зависимость удельного сопротивления водного раствора от концентрации в нем солей при определенной температуре.

Для измерения удельного сопротивления анализируемый раствор пропускают через электролитическую ячейку датчика ДСВ22, который включен в одно из плеч схемы уравновешенного моста переменного тока КМ140. Датчик выполнен проточным. Его корпус снабжен двумя штуцерами: нижним — для входа, верхним — для выхода анализируемого раствора. Головка датчика имеет водозащищенное исполнение, обеспечиваемое резиновой прокладкой в ее крышке и сальниковым уплотнением для ввода кабеля наружным диаметром 10,6...16,6 мм. Измерительная ячейка датчика состоит из трех плоских угольных электродов, с помощью которых измеряется электрическое сопротивление водного столба в канале вкладыша, выполненного из изолирующего материала (фторопласта). Два электрода (верхний и нижний) соединены между собой и корпусом, средний — изолирован.

Сигнальное устройство изготовлено на базе микропереключателей.

Анализатор предназначен для работы при температуре окружающего воздуха  $25 \pm 10^\circ\text{C}$  и относительной влажности до 65 %.

#### Основные технические данные

Пределы измерения, кОм·см

10...400

Основная приведенная погрешность измерения и сигнализации, % верхнего предела измерений

$\pm 3$

Температура измеряемого раствора,  $^\circ\text{C}$

2...10

Давление " , МПа

10

Питание от сети переменного тока:

напряжение, В

$(220_{-33}^{+22})$  или  $(127_{-33}^{+13})$

частота, Гц

$50 \pm 1$

Потребляемая мощность, В·А

15

Габаритные размеры, мм:

моста типа КМ140

404 × 140 × 140



|                                                 |                 |
|-------------------------------------------------|-----------------|
| датчик а типа ДСВ22                             | 375 × 180 × 115 |
| Масса, кг:                                      |                 |
| моста типа КМ140                                | 12,0            |
| датчика ДСВ22                                   | 5,5             |
| Вероятность безотказной работы в течение 2500 ч | 0,8             |
| Средний срок службы, лет                        | 10              |

**Сигнализатор электрической проводимости СЭЗ.** Предназначен для контроля удельной электрической проводимости водных растворов солей, щелочей, кислот и выдачи сигналов при достижении установленных значений в виде загорания световых табло "Меньше", "Норма", "Больше". В основу его действия положен кондуктометрический метод измерения электрической проводимости жидкости с помощью четырехэлектронного чувствительного элемента первичного преобразователя.

Конструктивно прибор состоит из первичного преобразователя и электронного блока, соединенных между собой кабелем.

Измерительная схема первичного преобразователя представляет собой преобразователь электрической проводимости в пропорциональный электрический сигнал, который в электронном блоке преобразуется в световые сигналы.

В сигнализаторе предусмотрено подключение внешней цепи трехпозиционного электрического регулирования и сигнализации.

Первичный преобразователь выполнен в водозащищенном исполнении ВЗ по ГОСТ 17786 и состоит из корпуса, изготовленного из нержавеющей стали, внутри которого расположены элементы электрической схемы, и крышки, служащей для защиты от окружающей среды.

Электронный блок сделан в конструктиве УТК.

Сигнализаторы для умеренного климата имеют исполнение У, категорию размещения 2 для первичного преобразователя и 3,1 — для электронного блока, а сигнализаторы для сухого и влажного тропического климата — исполнение Т, категорию размещения 3 по ГОСТ 15150.

Сигнализатор СЭЗ выпускают в 12 модификациях.

### Основные технические данные

Параметры контролируемого раствора:

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| электрическая проводимость, См/м | 0,1...5,0 |
| температура, °С                  | 1...110   |

Допускаемая зона нечувствительности, % ± 6

Условия эксплуатации:

для первичных преобразователей исполнения У и категории размещения 2:

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| температура окружающего воздуха, °С                      | −45...+45 |
| относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % | ≤ 100     |

для электронных блоков исполнения У и категории размещения 3.1:

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| температура окружающего воздуха, °С          | −10...+40 |
| относительная влажность воздуха при 25 °С, % | ≤ 98      |

для сигнализаторов исполнения Т и категории размещения 3:

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| температура окружающего воздуха, °С | −10...+45 |
|-------------------------------------|-----------|



|                                              |                                        |
|----------------------------------------------|----------------------------------------|
| относительная влажность воздуха при 35 °С, % | ≤ 98                                   |
| Давление контролируемого раствора, МПа       | ≤ 0,5                                  |
| Габаритные размеры, мм:                      |                                        |
| первичного преобразователя                   | 100 × 125 × 900 или<br>100 × 125 × 400 |
| Электронного блока                           | 200 × 160 × 240                        |
| Масса, кг:                                   |                                        |
| первичного преобразователя                   | 2,5 или 1,5                            |
| электронного блока                           | 5,4                                    |

**Лабораторный высокочастотный кондуктометрический титратор Т-120.** Предназначен для определения концентрации водных и неводных растворов щелочей, кислот и солей. Принцип действия измерительного блока прибора заключается в измерении разности потенциалов на концах резистора, включенного последовательно с ячейкой, электрическое сопротивление которой изменяется в зависимости от концентрации раствора, находящегося в ячейке.

Титратор выпускают двух модификаций — с ручной подачей титранта и с автоматической.

В состав прибора с ручной подачей титранта входят: измерительный блок со стойкой; стеклянная бюретка; клапан; выносная кнопка; резиновые меха.

Прибор с автоматической подачей титранта состоит из измерительного блока и автобюретки. Измерительный блок собран в каркасе УТК К1К43-23У2 ОСТ 2551. Внутри каркаса размещена электрическая схема, состоящая из отдельных элементов и функциональных блоков. Органы оперативной настройки вынесены на переднюю панель. На боковой стенке прибора закреплены активатор магнитной мешалки и ячейка, а на задней панели расположены органы неоперативного управления.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                        |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Диапазон электрической проводимости анализируемых растворов (с учетом разбавления титранта в ячейке титрования), См/см | 1; $10^{-4}$ ...5; $10^{-3}$ |
| Давление анализируемой среды, кПа                                                                                      | 86...106                     |
| Температура анализируемой среды, °С                                                                                    | 15...30                      |
| Объем анализируемой среды в ячейке титрования, см <sup>3</sup>                                                         | ≥ 100                        |
| Питание от однофазной сети переменного тока:                                                                           |                              |
| напряжение, В                                                                                                          | 220                          |
| частота, Гц                                                                                                            | 50                           |
| Габаритные размеры, мм:                                                                                                |                              |
| измерительного блока                                                                                                   | 396 × 150 × 318              |
| автоматической бюретки                                                                                                 | 317 × 150 × 334              |
| Масса, кг:                                                                                                             |                              |
| измерительного блока                                                                                                   | ≤ 6,5                        |
| автоматической бюретки                                                                                                 | ≤ 8,0                        |
| Средний срок службы, лет                                                                                               | ≥ 8                          |
| Наработка на отказ, ч                                                                                                  | ≥ 6500                       |
| Время непрерывной работы, ч                                                                                            | 8                            |
| Условия эксплуатации:                                                                                                  |                              |



температура окружающего воздуха, °C  
атмосферное давление, кПа  
относительная влажность воздуха при температуре 25 °C, %

15...30  
86...106  
30...80

**Кондуктометрические промышленные наборы системы METPOLIZ.** Предназначены для измерения электролитической удельной проводимости растворов. Принцип их действия заключается в определении кондуктометрическим анализатором при переменном напряжении активного сопротивления между электродами датчика (головки), погруженного в исследуемый раствор. Удельная проводимость раствора и связанное с ней активное сопротивление датчика зависят от концентрации растворенного в растворе вещества, например KCl, NaCl и т. п.

Метрологические свойства датчика характеризует постоянная  $K$ , отображающая на его зажимах измеряемую удельную проводимость в активное сопротивление  $R_{cz}$  согласно зависимости

$$R_{cz} = K/\kappa,$$

где  $K$  — постоянная кондуктометрического датчика,  $\text{м}^{-1}$ ;  $\kappa$  — измеряемая удельная проводимость,  $\text{См/м}$ , но может быть также представлена в  $\text{мСм/м}$ ,  $\text{См/см}$ , причем  $1 \text{ мСм/см} = 0,1 \text{ См/м}$ ,  $1 \text{ мкСм/см} = 0,1 \text{ мСм/м} = 10^{-4} \text{ См/м}$ .

Активное сопротивление датчика преобразуется в схеме измерительного преобразователя в унифицированный выходной токовый сигнал или сигнал напряжения, во всем измерительном диапазоне линейно зависящий от удельной проводимости измеряемого раствора. Результат измерения благодаря применению автоматической температурной компенсации соответствует 25 °C независимо от действительной температуры раствора.

**Кондуктометрический набор N573, N574.** Основной измерительный набор для низких и средних значений электролитической проводимости растворов состоит из измерительного преобразователя N5730 или N5741 в исполнении, определенном заказчиком, и измерительной головки N5752 или N5750.

Преобразователи N5741 и N5730 отдельного исполнения, а также головки типа N5750 и N5752 охватывают суммарно диапазоны измерения от 0,1 мСм/м до 1 См/м. Набор для средних и больших диапазонов измерений состоит из преобразователя N5731 и головки N5751 и поставляется в исполнениях с диапазоном измерения 0,1/0,2/0,5/1 См/м или 1/2/5/10 См/м согласно заказу получателя.

Кондуктометрические наборы для разных диапазонов измерения в зависимости от исполнения преобразователя и типа головки приведены в таблицах 2.19 и 2.20.

Наборы N573 содержат головку с измерительным преобразователем в ящичном корпусе типа N5730 или N5731, а N574 — головку с измерительным преобразователем для застройки в щитах — тип N5471. Эти наборы поставляются с головкой в исполнениях, приспособленных для различной застройки: для встроения; в проточном сосуде — обозначение набора буквой Р; в погружаемой защите с различной глубиной погружения — обозначение набора буквой Z и цифрами 0,5 для глубины 0,5 м, 1 — для глубины 1 м или 1,5 — для глубины 1,5 м.

**Комплектовка набора N573.** В зависимости от диапазона измерения комплектуются 6 стандартных наборов (табл. 2.21).



2.19. Кондуктометрические наборы для разных диапазонов измерения электрической проводимости растворов с низкой и средней концентрацией растворенного вещества

| Наборы N574<br>и N573 | Диапазон измерения |     |     |     |   |   |   |    |    |    |      |     |     |   |
|-----------------------|--------------------|-----|-----|-----|---|---|---|----|----|----|------|-----|-----|---|
|                       | мСм/м              |     |     |     |   |   |   |    |    |    | См/м |     |     |   |
|                       | 0,05               | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1 | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 0,1  | 0,2 | 0,5 | 1 |
| Преобразователь       |                    |     |     |     |   |   |   |    |    |    |      |     |     |   |
| N5741.XXX51           | +                  | +   | +   | +   |   |   |   |    |    |    |      |     |     |   |
| N5730.XXX51           |                    |     |     |     |   |   |   |    |    |    |      |     |     |   |
| N5741.XXX11           |                    | +   | +   | +   | + |   |   |    |    |    |      |     |     |   |
| N5730.XXX11           |                    |     |     |     |   |   |   |    |    |    |      |     |     |   |
| N5741.XXX32           |                    |     |     |     | + | + | + |    |    |    |      |     |     |   |
| N5730.XXX32           |                    |     |     |     |   |   |   |    |    |    |      |     |     |   |
| N5741.XXX22           |                    |     |     |     |   |   | + | +  | +  | +  |      |     |     |   |
| N5730.XXX22           |                    |     |     |     |   |   |   |    |    |    |      |     |     |   |
| N5741.XXX42           |                    |     |     |     |   |   |   |    |    |    | +    | +   | +   | + |
| N5730.XXX42           |                    |     |     |     |   |   |   |    |    |    |      |     |     |   |
| Головка               |                    |     |     |     |   |   |   |    |    |    |      |     |     |   |
| N5750                 | +                  | +   | +   | +   | + | + | + | +  |    |    |      |     |     |   |
| N5752                 |                    |     |     |     |   |   |   | +  | +  | +  | +    | +   | +   | + |

Примечание. XXX — обозначение исполнения согласно информационной карты преобразователя. Измерительные головки оснащены кабелем длиной 10 м (а по желанию заказчика — 20 м).

2.20. Кондуктометрический набор N573 для разных диапазонов измерения электрической проводимости растворов со средней и большой концентрацией

| Набор N573      | Диапазон измерения, См/м |      |      |     |     |     |   |   |   |    |
|-----------------|--------------------------|------|------|-----|-----|-----|---|---|---|----|
|                 | 0,01                     | 0,02 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1 | 2 | 5 | 10 |
| Преобразователь |                          |      |      |     |     |     |   |   |   |    |
| N5731·41X10     | +                        | +    | +    | +   |     |     |   |   |   |    |
| N5731·41X20     |                          |      |      | +   | +   | +   | + |   |   |    |
| N5731·41X30     |                          |      |      |     |     |     | + | + | + | +  |
| Головка N5751   | +                        | +    | +    | +   | +   | +   | + | + | + | +  |

Примечание. Измерительная головка поставляется с кабелем длиной 10 м (по желанию заказчика — 30 м). В случае необходимости длину кабеля можно увеличить до 50 м.

2.21. Набор N573

| Номер набора | Диапазон измерения | Преобразователь | Головка     |
|--------------|--------------------|-----------------|-------------|
| 0,0005       | 0,5 мСм/м          | N5730.41251     | N5750.0XX23 |
| 0,001        | 1 мСм/м            | N5730.41211     | N5750.0XX23 |



| Номер набора | Диапазон измерения | Преобразователь | Головка     |
|--------------|--------------------|-----------------|-------------|
| 0,01         | 10 мСм/м           | N5730.41232     | N5750.0XX23 |
| 0,1          | 0,1 См/м           | N5731.41210     | N5751.0XX13 |
| 1            | 1 См/м             | N5731.41220     | N5751.0XX13 |
| 10           | 10 См/м            | N5731.41230     | N5751.0XX13 |

Примечания. 1) Вместо набора преобразователя N5731 с головкой N5751 может подставляться преобразователь N5730.41222 с головкой N5752.0XX23. 2) Вместо набора преобразователя N5731 с головкой N5751 может поставляться преобразователь N5730.41242 с головкой N5752.0XX23. 3) Для стандартного исполнения поставляется преобразователь N5730 или N5731 с током выхода 0...20 мА и головка с кабелем длиной 10 м.

Каждый набор может иметь два исполнения: с головкой для встройки; с головкой в проточном сосуде.

Наборы для диапазонов 0,1; 1 и 10 См/м должны быть, кроме того, укомплектованы головками N5751 или N5752 в погружаемой защите с определенной длиной.

В заказе необходимо указать тип (N573) и номер набора в зависимости от диапазона измерения, а также обозначение исполнения (P или Z) в случае оснащения головки проточным сосудом или погружаемой защитой требуемой длины.

Примеры обозначения стандартных наборов:

1) для диапазона измерения 1 мСм/м (0,001 См/м) с измерительной головкой в проточном сосуде – Кондуктометрический набор N573/0,001 P;

2) для диапазона измерения 0,1 См/м с измерительной головкой для встройки – Кондуктометрический набор N573/0,1;

3) для диапазона измерения 10 См/м с измерительной головкой в погружаемой защите с глубиной погружения до 1 м – Кондуктометрический набор N573/10/Z1.

В случае заказа набора другой конфигурации необходимо указать добавочные требования, например код исполнения преобразователя N5730, N5731 (если нестандартный, согласно информационной карте N5730, N5731), длину кабеля головки, если длина не равна 10 м.

Комплектовка набора N574. В зависимости от диапазона измерения комплектуются 5 стандартных наборов (табл. 2.22).

## 2.22. Набор N574

| Номер набора | Диапазон измерения | Преобразователь | Головка     |
|--------------|--------------------|-----------------|-------------|
| 0,0005       | 0,5 мСм/м          | N5741.31251     | N5750.0XX23 |
| 0,001        | 1 мСм/м            | N5741.31211     | N5750.0XX23 |



| Номер набора | Диапазон измерения | Преобразователь | Головка     |
|--------------|--------------------|-----------------|-------------|
| 0,01         | 10 мСм/м           | N5741.21232     | N5750.0XX23 |
| 0,1          | 0,1 См/м           | N5741.31222     | N5752.0XX23 |
| 1            | 1 См/м             | N5741.31242     | N5752.0XX23 |

Примечание. В стандартном исполнении подставляются преобразователь N5741 с встроенным регулятором МАКС, с током выхода 0...20 мА и головки с кабелем длиной 10 м.

Каждый набор может иметь два исполнения: с головкой для встройки; с головкой в проточном сосуде.

В заказе необходимо указать тип (N574) и номер набора в зависимости от диапазона измерения, а также обозначение исполнения (Р) в случае оснащения головки проточным сосудом.

Примеры обозначения стандартных наборов:

1) для диапазона измерения 1 мСм/м (0,001 См/м) с измерительной головкой в проточном сосуде — Кондуктометрический набор N574/0,001 Р;

2) для диапазона измерения 0,01 См/м с измерительной головкой для встройки — Кондуктометрический набор N574/0,1.

В случае особых требований необходимо их указать в заказе: код исполнения преобразователя N5741 (если нестандартный, согласно информационной карте N5741); длину кабеля головки, если не равна 10 м.

Изготовитель — Институт компьютерных систем, автоматики и измерений (Польша).

Образцовая кондуктометрическая автоматизированная установка 1-го разряда УОК-1МА. Предназначена для проверки образцовых и лабораторных кондуктометров, аттестации стандартных образцов удельной электрической проводимости, получения и экспертизы стандартных справочных данных, а также проведения исследовательских работ в области прецизионной кондуктометрии. В основу работы установки положен контактный способ измерения удельной электрической проводимости растворов электролитов. В качестве измерительной ячейки применен контактный двухэлектродный датчик погружного типа, а в качестве вторичного измерительного прибора — устройство, в основу которого положена компенсационно-мостовая схема.

Установка состоит из измерительного блока (стойки), системы термостатирования и вычислительного устройства. Измерительный блок — автоматический мост переменного тока — измеряет удельную электрическую проводимость и температуру растворов электролитов.

В комплект поставки входят: измерительная стойка УОК-1МА; система термостатирования; вычислительное устройство; измерительные ячейки; паспорт; методика поверки.



### Основные технические данные

|                                                                                            |                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Диапазон измерения удельной электрической проводимости, См/м                               | $1 \cdot 10^{-4} \dots 1 \cdot 10^2$ |
| Допускаемая основная погрешность установки при нормальных условиях, % измеренного значения | $\pm 0,15$                           |
| Потребляемая мощность, кВт · А                                                             | 2                                    |
| Вероятность безотказной работы в течение 16 000 ч                                          | $\geq 0,9$                           |
| Габаритные размеры, мм                                                                     | $2250 \times 700 \times 1470$        |
| Масса, кг                                                                                  | 200                                  |
| Температура воздуха, °С                                                                    | 10...35                              |
| Атмосферное давление, кПа                                                                  | 94...104                             |

**Установка для поверки общепромышленных кондуктометров и солемеров.** В основу ее действия положена зависимость удельной электрической проводимости растворов от их состава и температуры. Установка состоит из образцового средства измерения (ОСИ-УЭП) — лабораторного кондуктометра КЛ-2 "Импульс", комплектов точных термометров и термостата.

### Основные технические данные

|                                                                                            |                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Диапазон измерения удельной электрической проводимости, См/см                              | $-1 \dots 1 \cdot 10^{-8}$    |
| Допускаемая основная погрешность установки при нормальных условиях, % измеренного значения | $\pm 0,25$                    |
| Потребляемая мощность, Вт · А                                                              | 2                             |
| Точность поддержания заданной температуры, °С                                              | $\pm 0,1$                     |
| Габаритные размеры, мм                                                                     | $1240 \times 1465 \times 680$ |
| Масса, кг                                                                                  | 100                           |
| Температура воздуха, °С                                                                    | 10...35                       |

**pH-метр-милливольтметр pH-125.** Предназначен для измерения активности ионов водорода (pH) и окислительно-восстановительного потенциала (Eh), а также температуры водных растворов методом отбора проб. Прибор состоит из преобразователя и набора электродов (табл. 2.23). Преобразователь заключен в металлический корпус. На корпусе имеются гнездо для установки штатива держателя электродов и отсек для размещения элементов питания.

Прилагаемые к pH-метру-милливольтметру электроды ЭСЛ-15-11, ЭСЛ-45-11, ЭПЛ-02 унифицированы и снабжены разъемом для подключения любого из них через электрододержатель к гнезду "Вход" преобразователя. Конструкция разъема вспомогательного электрода ЭВЛ-1М4 обеспечивает его подключение к соответствующему гнезду держателя. Комбинированные электроды ЭСКЛ-08 и ЭПКЛ-03 унифицированы и снабжены кабелем, подключаемым непосредственно к преобразователю. Их устанавливают в корпус чувствительного элемента, в нижней части которого встроен термокомпенсатор.

Для работы на столе в комплекте pH-метра-милливольтметра предусмотрен разборный штатив с двумя видами держателей электродов. Удобство переноски, транспортирования и хранения прибора с полным комплектом электродов обеспечивает футляр из пенополистирола, укладываемый в чехол.

Допустимая основная погрешность прибора в зависимости от предела измерения приведена в таблице 2.24.



## 2.23. Характеристики электродов

| Электрод                                              | Тип элект-<br>рода | Изме-<br>ряемый<br>пара-<br>метр | Темпера-<br>тура изме-<br>ряемой<br>среды, °C | Пределы измерений,<br>ед. pH |                                           | Координаты<br>изопотенциаль-<br>ной точки |                       | Электрическое сопротивление<br>при температуре 20 + 1 °C |                                                   |                       |
|-------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------|
|                                                       |                    |                                  |                                               | при 25 °C                    | при макси-<br>мальной<br>темпера-<br>туре | pH <sub>ис</sub><br>ед. pH                | E <sub>ис</sub><br>мВ | измеритель-<br>ного элект-<br>рода                       | вспомо-<br>гатель-<br>ного<br>электро-<br>да, кОм | изо-<br>ляции,<br>МОм |
| Электрод стеклянный комби-<br>нированный лабораторный | ЭСКЛ-08            | pH                               | 15...80                                       | 0...12                       | 0...9                                     | 4,6                                       | -50                   | (500 ± 200) МОм                                          | < 20                                              | > 10 <sup>5</sup>     |
| Электрод стеклянный лабора-<br>торный                 | ЭСЛ-15-11          | pH                               | 15...10                                       | 0...14                       | 0...10                                    | 4,25                                      | -25                   | (500 ± 250) МОм                                          | —                                                 | > 10 <sup>5</sup>     |
| То же                                                 | ЭСЛ-45-11          | pH                               | 0...40                                        | 0...12                       | 0...10                                    | 4,25                                      | -25                   | (50 ± 40) МОм                                            | —                                                 | > 10 <sup>5</sup>     |
| Электрод платиновый комби-<br>нированный лабораторный | ЭПКЛ-03            | Eh                               | 15...80                                       | —                            | —                                         | —                                         | —                     | 10 кОм                                                   | 20                                                | > 10 <sup>3</sup>     |
| Электрод платиновый лабора-<br>торный                 | ЭПЛ-02             | Eh                               | 0...100                                       | —                            | —                                         | —                                         | —                     | 1 Ом                                                     | —                                                 | —                     |
| Электрод вспомогательный<br>лабораторный              | ЭВЛ-1М4            | Eh                               | 0...100                                       | —                            | —                                         | —                                         | —                     | —                                                        | < 20                                              | —                     |



2.24. Допустимая основная абсолютная погрешность прибора рН-125 в зависимости от предела измерения

| Измеряемая величина | Предел измерения | Допустимая основная абсолютная погрешность измерения |            |         |
|---------------------|------------------|------------------------------------------------------|------------|---------|
|                     |                  | ед. рН                                               | мВ         | °C      |
| рН                  | 4 рН             | $\pm 0,04$                                           | $\pm 2,3$  |         |
|                     | 12 рН            | $\pm 0,2$                                            | $\pm 12,0$ | —       |
|                     | 1,2 рН           | $\pm 0,03$                                           | $\pm 1,7$  |         |
| Еh                  | 400 мВ           | —                                                    | $\pm 10$   | —       |
|                     | 1200 мВ          |                                                      | $\pm 30$   |         |
| Температура         | 100 °C           | —                                                    | —          | $\pm 3$ |
|                     | 40 °C            |                                                      |            | $\pm 2$ |

Основные технические данные

Пределы измерений рН в диапазоне, ед. рН:

1,2 рН

3...9

4 рН

0...4, 4...8, 8...12

Пределы измерений Еh в диапазоне, мВ:

1200 мВ

$0 \pm 1200$

400 мВ

$0 \pm 400; \pm 400... \pm 800;$

$\pm 800...1200$

Пределы измерений температуры анализируемой среды, °C

0...40; 0...100

Основная абсолютная погрешность измерения температуры анализируемой среды в пределах, °C:

0...40 °C

2

0...100 °C

4

Пределы автоматической температурной компенсации измерения

0...100

ЭДС электродной системы, °C

Дрейф нуля преобразователя, мВ

$\pm 3$

Допустимое сопротивление:

измерительного электрода, МОм

1000

вспомогательного " , КОм

20

Крутизна характеристики электродной системы при температуре,

-56...60

20 °C, мВ/рН

Координаты изопотенциальной точки:

Е<sub>и</sub>, мВ

0...80

рН<sub>и</sub>, ед. рН

4...7

Время установления рабочего режима, мин

15

Длительность непрерывной работы, ч

3

Потребляемый ток, мА

60

Габаритные размеры, мм:

преобразователя в чехле

250 × 160 × 90

комплекта принадлежностей в чехле

250 × 120 × 90

Масса, кг

5

Значение наработки на отказ, ч:

приемочное

4500

браковочное

1700

Средний срок службы прибора, лет

6



Питание прибора — от батареи "Рубин" и трех элементов РЦ65. Он рассчитан для эксплуатации при температуре окружающего воздуха 10...35 °С и относительной влажности 90 % при температуре 25 °С.

**pH-метр-милливольтметр рН-150.** Предназначен для измерения активности ионов водорода рН, окислительно-восстановительного потенциала Еh и температуры водных растворов. В основу его действия положен потенциометрический метод измерения рН и Еh контролируемого раствора. При определении рН (или Еh) растворов используется система, состоящая из измерительного (стеклянного) и вспомогательного (хлорсеребряного) электродов. При определении окислительно-восстановительного потенциала в качестве измерительного электрода применяют редоксометрический электрод.

Прибор состоит из измерительного преобразователя рН-150 и набора электродов. Электрическая схема преобразователя включает блоки питания и измерения, входной усилитель и аналого-цифровой преобразователь с индикацией.

Диапазон измерения и цена единиц младшего разряда соответствуют значениям, указанным в таблице 2.25. Пределы допускаемых значений основной абсолютной погрешности преобразователя и рН-метра приведены в таблице 2.26.

#### 2.25. Диапазон измерения и цена единицы младшего разряда

| Измеряемая величина                          | Диапазон измерения | Цена единицы младшего разряда (дискретность) |
|----------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------|
| Активность ионов водорода, рН                | 0...+19,99         | 0,01                                         |
| Окислительно-восстановительный потенциал, мВ | −1999...+1999      | 1,0                                          |
| Температура анализируемой среды, °С          | −10...100          | 1,0                                          |

#### 2.26. Допускаемая основная абсолютная погрешность преобразователя и рН-метра

| Измеряемая величина                          | Преобразователь | рН-метр |
|----------------------------------------------|-----------------|---------|
| Активность ионов водорода, рН                | ± 0,02          | ± 0,05  |
| Окислительно-восстановительный потенциал, мВ | ± 3             | —       |
| Температура анализируемого раствора, °С      | ± 2             | ± 2     |

#### Основные технические данные

|                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| Габаритные размеры, мм             | 215 × 165 × 65 |
| Масса, кг                          | 1,6            |
| Условия эксплуатации:              |                |
| температура воздуха, °С            | 5...40         |
| относительная влажность воздуха, % | ≤ 90           |
| атмосферное давление, кПа          | 84...106       |



Питание прибора — автономное, от двух встраиваемых батарей "Крона-Вц" или аккумулятора 7Д-0, 115-VI. Предусмотрена возможность питания через блок сетевого питания, входящего в комплект рН-метра, от сети однофазного тока напряжением  $220 \pm 22$  В, частотой  $50 \pm 1$  Гц.

В комплект поставки входят: измерительный преобразователь; блок питания; набор электродов, запасных частей и принадлежностей.

**рН-метр рН-155.** Предназначен для измерения активности ионов водорода (рН) и окислительно-восстановительного потенциала (Еh) в водных растворах, а также для измерения температуры контролируемой среды. Его можно использовать в качестве высокоомного милливольтметра.

Функционально рН-метр состоит из электродной системы и измерительного преобразователя. В зависимости от комплектности прибор выпускают в двух модификациях — рН-155 и рН-155П (с устройством сопряжения и термопечатающим устройством УТП-4).

Результаты измерений выводятся на два цифровых табло:

"Измерение" — для индикации рН и Еh, а также для вывода результатов автоматической диагностики процесса калибровки и функционирования рН-метра;

"Параметры" — для индикации измеряемой температуры раствора, а также крутизны характеристики электродной системы  $S_{25}$ .

Выходные сигналы — аналоговые, пропорциональные входному напряжению, двоично-десятичный код с уровнем логической единицы — не менее 4,5 В, уровнем логического нуля — не более 0,4 В.

Диапазон измерения, цена единицы младшего разряда и основная погрешность прибора приведены в таблице 2.27.

**2.27. Диапазон измерения, цена единицы младшего разряда и основная погрешность рН-метра рН-155**

| Измеряемая величина                             | Диапазон измерения преобразователя | Цена единицы младшего разряда (дискретность) | Допустимая основная абсолютная погрешность преобразователя |
|-------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Активность ионов водорода, рН                   | -1...+19,99                        | 0,001                                        | $\pm 0,01$                                                 |
| Окислительно-восстановительный потенциал Еh, мВ | -1999...+1999                      | 0,1                                          | $\pm 1,0$                                                  |
| Температура анализируемой среды, °С             | 0...120                            | 0,1                                          | $\pm 0,2$                                                  |

#### Основные технические данные

|                                                                                         |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Диапазон автоматической термокомпенсации, °С                                            | 0...120      |
| Диапазон измерения рН-метра в режиме измерения рН                                       | -1...14      |
| Допускаемая основная абсолютная погрешность рН-метра в режиме измерения температуры, °С | $\pm 1$      |
| Питание преобразователя — от сети однофазного переменного тока:                         |              |
| напряжением, В                                                                          | $220 \pm 22$ |
| частотой, Гц                                                                            | $50 \pm 1$   |



|                                                                       |                |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------|
| Мощность, потребляемая преобразователем, В · А                        | 15             |
| Габаритные размеры преобразователя, мм                                | 270 × 274 × 86 |
| Масса преобразователя, кг                                             | 3,4            |
| Средняя наработка на отказ преобразователя, ч                         | 15 000         |
| Полный средний срок службы рН-метра без учета сменных электродов, лет | 10             |
| Условия эксплуатации:                                                 |                |
| температура окружающего воздуха, °С                                   | 10...35        |
| относительная влажность окружающего воздуха, %                        | 30...80        |
| атмосферное давление, кПа                                             | 86,4...106,4   |
| Изготовитель — ПО "Измеритель".                                       |                |

**Автоматический промышленный рН-метр рН-220.** Предназначен для определения активности ионов водорода (рН) в технологических водных растворах. Область применения — непрерывные потенциометрические измерения в системах автоматического контроля и регулирования технологических процессов, в том числе с применением искробезопасного оборудования (искробезопасное исполнение рН-220И).

Для измерения рН водных растворов используется система, состоящая из измерительного и вспомогательного электродов, помещенных в арматуру чувствительного элемента. В качестве измерительных электродов применяют стеклянные электроды ЭСП-00-14 и ЭСП-31-06, в качестве вспомогательного — хлорсеребряный электрод ЭХСВ-1.

Электродная система в анализируемом растворе развивает ЭДС, зависящую от активности ионов водорода в растворе и температуры раствора.

Высокоомным преобразователем П-215 (П-215И) ЭДС электродной системы преобразуется в выходное напряжение, поступающее на вход самопишущего потенциометра КСП2-004, на диаграммной ленте которого фиксируется изменение значения рН. Визуальный отсчет измеряемого значения рН осуществляется в цифровой форме.

рН-метр рассчитан на работу с устройством ручной термокомпенсации температурных изменений ЭДС электродных систем.

Для проведения измерений при температуре анализируемой среды от 100 до 150 °С в качестве электролитического ключа используют наконечник из термостойкого материала с регулируемой системой истечения хлористого калия.

Гальваническое разделение входных и выходных цепей рН-метра позволяет подключать к нему внешнее устройство с заземленным входом.

Применение автономного дифференциального усилителя, соединенного четырехпроводной линией связи с чувствительным элементом и блоком преобразования (блоком искрозащиты) измерительного преобразователя, дает возможность размещать чувствительный элемент на значительном удалении от блока преобразования.

Для использования рН-метра в условиях с повышенными требованиями к взрывозащите предусмотрено взрывозащищенное исполнение с видом взрывозащиты "Искробезопасная электрическая цепь".

Реализация взрывозащищенного исполнения рН-метра, выполненного на базе блока ограничения выходного сигнала и питающих токов (блока искрозащиты), соединенного четырехпроводной линией связи с автономным дифференциальным



усилителем и блоком преобразования, обеспечивает подключение к рН-метру обычных (взрывонезащищенных) внешних устройств.

Допускаемая основная приведенная погрешность рН-метра по выходному сигналу и цифровому табло представлена в таблице 2.28, а допускаемая основная абсолютная погрешность рН-метра в зависимости от нормирующих значений рН – в таблице 2.29.

Непостоянство выходных сигналов рН-метра за 24 ч непрерывной работы (исключая время прогрева) не превышает половины допускаемого значения основной приведенной погрешности.

Комплектность поставки рН-метра рН-220 (рН-220И) приведена в таблице 2.30.

2.28. Допускаемая основная приведенная погрешность рН-метра рН-220 по выходному сигналу и цифровому табло

| Нормирующее значение $X_N$ , рН | Допускаемая основная приведенная погрешность, % |                    |
|---------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------|
|                                 | по выходному сигналу                            | по цифровому табло |
| 5,0                             | 2,0                                             | —                  |
| 10,0                            | 1,0                                             | —                  |
| 15,0                            | 1,0                                             | 0,6                |

2.29. Допускаемая основная абсолютная погрешность рН-метра рН-220 в зависимости от нормирующих значений рН

| Нормирующее значение $X_N$ , рН | Допускаемая основная абсолютная погрешность |       |                    |       |
|---------------------------------|---------------------------------------------|-------|--------------------|-------|
|                                 | по выходному сигналу (приведенные ко входу) |       | по цифровому табло |       |
|                                 | рН                                          | мВ    | рН                 | мВ    |
| 5,0                             | ± 0,10                                      | ± 5,8 | ± 0,09             | ± 5,2 |
| 10,0                            | ± 0,10                                      | ± 5,8 |                    |       |
| 15,0                            | ± 0,15                                      | ± 8,7 |                    |       |

Основные технические данные

Нижний предел измерения  $X_N$  (начальное значение шкалы) при его нормирующем значении  $X_N$ , рН:

|                                                                                    |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 5                                                                                  | 1...9 с                      |
| 10                                                                                 | интервалом 0,5 — 1...4 с     |
| 15                                                                                 | интервалом 0,5               |
| Верхний предел измерений $X_B$                                                     | 1                            |
| Диапазон изменения температуры анализируемой среды (диапазон термокомпенсации), °С | $X_B = X_N + X_N$<br>0...150 |



2.30. Комплектность поставки прибора рН-220 (рН-220И)

| Элемент                                                                    | Число или масса |          |          |           |           |           | Примечание                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                            | рН-220.1        | рН-220.2 | рН-220.3 | рН-220.1И | рН-220.2И | рН-220.3И |                                                                                                          |
| Промышленный преобразователь П-215                                         | 1               | 1        | 1        | —         | —         | —         | Преобразователь поставляется настроенным на верхний предел выходного напряжения постоянного тока 50 мВ   |
| Промышленный преобразователь П-215И                                        | —               | —        | —        | 1         | 1         | 1         | То же                                                                                                    |
| Чувствительный элемент ДПГ-4М                                              | 1               | —        | —        | 1         | —         | —         | По требованию потребителя исполнение чувствительного элемента может быть изменено (ДПГ-4М-1...ДПГ-4М-18) |
| Чувствительный элемент ДМ-5М                                               | —               | 1        | —        | —         | 1         | —         | По требованию потребителя исполнение чувствительного элемента может быть изменено (ДМ-5М-1...ДМ-5М-6)    |
| Самопишущий потенциометр КСП-2-004 (ГОСТ 7164)                             | 1               | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         |                                                                                                          |
| Электрод ЭСП-00-14                                                         | 10              | 10       | 10       | 10        | 10        | 10        |                                                                                                          |
| Чувствительный элемент ДМ-6 в комплекте со стеклянным электродом ЭСП-31-06 | —               | —        | 1        | —         | —         | 1         |                                                                                                          |
| Комплект принадлежностей и запасных частей                                 | —               | —        | 1        | —         | —         | 1         |                                                                                                          |
| Стандарт-титры для приготовления буферных растворов (ГОСТ 8.135)           | 0,8 кг          | 0,8 кг   | 0,8 кг   | 0,8 кг    | 0,8 кг    | 0,8 кг    |                                                                                                          |



| Элемент                                                                                                                                                                  | Число или масса |          |          |           |           |           | Примечание |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|                                                                                                                                                                          | рН-220.1        | рН-220.2 | рН-220.3 | рН-220.1И | рН-220.2И | рН-220.3И |            |
| Хлористый калий<br>(ГОСТ 4234) ГСП.<br>Автоматический про-<br>мышленный рН-метр<br>обыкновенном и иск-<br>робезопасном испол-<br>нении типа рН-220<br>(рН-220И). Паспорт | 1               | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         |            |
| ГСП. Автоматический<br>промышленный<br>рН-метр в обыкновен-<br>ном и искробезопасном<br>исполнении рН-220<br>(рН-220И). Методичес-<br>кие указания по по-<br>верке       | 1               | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         |            |
| Чувствительные эле-<br>менты ДПг-4М и ДМ-5М.<br>Паспорт                                                                                                                  | —               | —        | 1        | —         | —         | 1         |            |

Примечание. В комплекте рН-метра по особому заказу за отдельную плату может быть поставлен термокомпенсатор ТКР-3.



|                                                                                                            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Расстояние от чувствительного элемента с входным усилителем до блока преобразования (блока искрозащиты), м | $\leq 500$ |
| Потребляемая мощность (энергопотребление) при номинальном напряжении питания, В · А                        | $\leq 100$ |
| Полный срок службы рН-метра, лет                                                                           | $\geq 8$   |
| Масса, кг                                                                                                  | 70         |

**Лабораторный рН-метр-милливольтметр рН-673М.** Предназначен для определения рН, рNa и окислительных потенциалов в пробах водных растворов. Его также можно использовать в качестве высокоомного нуль-индикатора (в диапазонах измерения от  $-10$  до  $+30$  мВ и от  $+10$  до  $-40$  мВ) при проведении потенциометрических титрований, и титровании с двумя поляризованными электродами. Электродная система для измерений рН имеет внутреннее сопротивление, достигающее  $1000$  МОм. Для измерения ЭДС электродной системы рН применяют высокоомный преобразователь, компенсационная схема которого позволяет существенно уменьшить ток, потребляемый при измерении.

рН-метр-милливольтметр рН-637М представляет собой настольный прибор, состоящий из преобразователя и штатива. Его электрическая схема, выполненная на печатных платах, включает блоки: усилителя; измерения; преобразователя; генератора управляющих импульсов; стабилизации. Измерительная часть схемы изготовлена в виде отдельного блока, который крепится ко дну корпуса преобразователя. Связь между блоком измерения и остальной частью электрической схемы осуществляется внутри прибора с помощью разъема.

Штатив предназначен для крепления электродов и установки сосудов с контролируемым раствором при измерении.

В комплект принадлежностей входят следующие узлы: термостатированная ячейка; ячейка для микроизмерений; автоматический термокомпенсатор; мешалка; герметизированная ячейка; платиновый индикаторный электрод.

#### Основные технические данные

##### Пределы измерений:

|              |                       |
|--------------|-----------------------|
| рН, ед. рН   | $-1...+14$            |
| рNa, ед. рNa | $0...3$               |
| ЭДС, мВ      | $\pm 100... \pm 1400$ |

##### Поддиапазоны измерений рН, ед. рН

|         |            |
|---------|------------|
| широкий | $-1...+14$ |
| узкий   | $-1...+4$  |

##### Поддиапазоны измерения ЭДС, мВ

|               |                       |
|---------------|-----------------------|
| широкий       | $\pm 100... \pm 1400$ |
| узкий         | $-100...+1400$        |
| три диапазона | $+100...-1400$        |
| то же         | $\pm 10... \pm 40$    |

Допустимая основная абсолютная погрешность, ед. рН:



|                                                                                              |                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| на узких диапазонах                                                                          | $\pm 0,05$                  |
| на широких       "                                                                           | $\pm 0,40$                  |
| Температурная компенсация (ручная и автоматическая), °C                                      | 0...+100                    |
| Минимальный объем дозы измерения, мл                                                         | 0,5                         |
| Крутизна водородной характеристики электродной системы при температуре раствора 20 °C, мВ/pH | 57...59                     |
| Координаты изопотенциальной точки:                                                           | 0...9 pH;<br>-150...+600 мВ |
| Выходное напряжение, мВ:                                                                     |                             |
| на узких диапазонах                                                                          | 0...20                      |
| на широких       "                                                                           | 0...2000                    |
| Питание от сети однофазного переменного тока:                                                |                             |
| напряжение, В                                                                                | 220 <sup>+22</sup><br>-33   |
| частота, Гц                                                                                  | 50 $\pm$ 1                  |
| Потребляемая мощность, В · А                                                                 | $\pm 15$                    |
| Габаритные размеры, мм:                                                                      |                             |
| преобразователя                                                                              | 300 × 240 × 176             |
| штатива                                                                                      | 270 × 370                   |
| Масса pH-метра, кг                                                                           | 6                           |
| Наработка на отказ, ч                                                                        | $\geq 6200$                 |
| Средний срок службы, лет                                                                     | $\geq 6$                    |

**Прецизионный цифровой pH-метр ОР-208.** Предназначен для высокоточных измерений активности ионов водорода pH водных растворов и электродных потенциалов. Его можно применять для потенциометрического титрования.

Для измерения pH используется система, состоящая из стеклянного (измерительного) и каломельного вспомогательного электродов. В комплект поставки входит также комбинированный стеклянный электрод. При наличии переходных разъемов с измерительным преобразователем могут быть применены любые отечественные измерительные и вспомогательные электроды, в том числе и ионоселективные.

ЭДС электронной системы измеряется высокоомным преобразователем, собранным на транзисторах. Усилитель преобразователя снабжен электронным термостатирующим устройством, обеспечивающим постоянную температуру для устойчивой работы.

Измерительный преобразователь pH-метра заключен в металлический корпус, снабженный ручкой для переноса, служащей одновременно опорой прибора при его установке в рабочее положение. На передней панели расположены: цифровое табло; органы управления; разъемы для подключения электродов; сигнальные лампы, показывающие перегрузку или необходимость переключения полярности; гнезда для подключения никелевого термометра сопротивления, имеющего при 0 °C сопротивление 100 Ом. Этот термометр используется для автоматической термокомпенсации изменения температуры анализируемого раствора.

На задней стенке находятся: переключатель напряжения питания с предохранителем; гнезда для подключения аналогового регистрирующего прибора и разъем выхода прибора на цифропечать или ЭВМ (двоично-десятичный код системы 8421).



При выходе из строя электродов их можно легко отсоединить от кабелей благодаря наличию резьбовых соединений.

#### Основные технические данные

Пределы измерений:

|        |          |
|--------|----------|
| ед. pH | 0...14   |
| мВ     | 0...2000 |

Разрешающая способность:

|        |       |
|--------|-------|
| ед. pH | 0,001 |
| мВ     | 0,1   |

Допускаемая основная погрешность измерительного преобразователя при измерениях:

|            |                   |
|------------|-------------------|
| pH, ед. pH | $0,002 \pm 0,001$ |
| ЭДС, %     | $\pm 0,1$         |

Допускаемая основная погрешность комплекта при измерениях pH, ед. pH

0,02...0,03

Температура анализируемого раствора при использовании электродов, °C:

|                                               |         |
|-----------------------------------------------|---------|
| входящих в комплект прибора                   | 5...60  |
| отечественных, не входящих в комплект прибора | 0...100 |

Пределы регулирования координаты  $pH_n$ , ед. pH

$0,5...7,5 \pm 0,1$

Температура компенсации (ручной и автоматической), °C

0...100

Питание от сети переменного тока:

|               |                |
|---------------|----------------|
| напряжение, В | 110...127; 220 |
| частота, Гц   | 50...60        |

Потребляемая мощность, В · А

30

Габаритные размеры, мм

320×400×140

Масса, кг

6

Изготовитель — Венгрия.

**Прецизионный цифровой pH-метр ОР-208/1.** Предназначен для определения pH и рХ растворов при использовании ионоселективных электродов. Для измерения pH прибор снабжен стеклянным (измерительным) и каломельным вспомогательным электродами. В комплект поставки входит также комбинированный стеклянный электрод. При наличии переходных разъемов с измерительным преобразователем могут быть применены любые отечественные измерительные и вспомогательные электроды, в том числе и ионоселективные.

ЭДС электродной системы измеряется высокоомным преобразователем, собранным на транзисторах.

Измерительный преобразователь pH-метра заключен в металлический корпус. На передней панели расположены цифровое табло, органы управления и разъемы для подключения электродов. На задней стенке находятся гнезда для подключения никелевого термометра сопротивления, имеющего при нулевой температуре сопротивление 200 Ом. Этот термометр используется для автоматической термокомпенсации изменения температуры анализируемого раствора. На задней стенке расположены также предохранитель, гнезда для подключения аналогового регистрирующего прибора и разъем выхода прибора на цифропечать или ЭВМ (двоично-десятичный код).

При выходе из строя электродов они могут быть легко отсоединены от своих кабелей благодаря наличию резьбовых соединений.



### Основные технические данные

#### Диапазоны измерений:

|        |          |
|--------|----------|
| ед. рН | 0...14   |
| мВ     | 0...2000 |

#### Разрешающая способность:

|        |       |
|--------|-------|
| ед. рН | 0,001 |
| мВ     | 0,1   |

#### Допускаемая основная погрешность при измерении:

|            |            |
|------------|------------|
| рН, ед. рН | $\pm 0,02$ |
| ЭДС, %     | $\pm 0,1$  |

#### Габаритные размеры, мм

40 × 270 × 100

#### Масса, кг

5,4

Изготовитель — Венгрия.

**Лабораторный цифровой рН-метр ЛП-17.** Предназначены для измерения активности ионов водорода (рН) в растворах потенциометрическим методом. Их можно использовать в качестве высокоомного милливольтметра.

В комплект рН-метра ЛП-17 входят электродная система и измерительный преобразователь. Измерительный преобразователь состоит из высокоомного усилителя постоянного тока, измерительной схемы, аналого-цифрового преобразователя и источника питания. В усилителе постоянного тока использованы полевые транзисторы и операционные усилители в интегральном исполнении.

Метод отсчета — непосредственный с цифровой индикацией.

### Основные технические данные

#### Диапазон измерения:

|    |          |
|----|----------|
| рН | 0...14   |
| мВ | 0...1400 |

#### Допускаемая основная абсолютная погрешность при измерении:

|    |                               |
|----|-------------------------------|
| рН | $\pm 0,01 \pm 1 \text{ знак}$ |
| мВ | $\pm 2 \pm 1 \text{ знак}$    |

#### Выходное сопротивление, Ом

$0,5 \cdot 10^{13}$

#### Температурная компенсация, °С

0...110

#### Диапазон регулирования изопотенциальной координаты:

|    |          |
|----|----------|
| рН | 6...8    |
| мВ | $\pm 54$ |

#### Напряжение питания, В

220 ± 22

#### Габаритные размеры, мм

280 × 195 × 85

#### Масса, кг

6

Изготовитель — Болгария.

**Сигнализаторы СХ1-М1 и СЦ-1М1.** Предназначены для обеспечения визуального контроля превышения концентрации шестивалентного хрома (СХ-1М1) и цианидов (СЦ-1М1) в растворе. Приборы применяют в системе автоматического регулирования и реагентной очистки хром- и цианосодержащих сточных вод методом восстановления шестивалентного хрома в трехвалентный (СХ-1М1) и методом окисления цианидов активным хлором (СЦ-1М1).

В основу действия сигнализаторов положен потенциометрический метод. К



прибору можно подключать сигнализирующие, регистрирующие и регулирующие устройства.

Сигнализаторы состоят из чувствительного элемента ЭЧПг-2М1, погружаемого в раствор, комплекта электродов и преобразователя П-205, монтируемого на щите. Преобразователь П-205 рассчитан на утопленный монтаж на щите, а чувствительный элемент ЭЧПг-2М1 — на фланцевое крепление на технологическом аппарате.

Характеристики чувствительного элемента указаны в таблице 2.31.

### 2.31. Характеристики модификаций чувствительного элемента

| Модификация чувствительного элемента | Наибольшая глубина погружения, м | Габаритные размеры, мм | Масса, кг | Длина выводного провода, мм |
|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------|-----------------------------|
| ЭЧПг-2М1                             | 0,8                              | 500 × 1400 × 185       | 10        | 1500                        |
| ЭЧПг-2М1-01                          | 1,2                              | 500 × 1700 × 185       | 11        | 1900                        |
| ЭЧПг-2М1-02                          | 1,6                              | 500 × 2100 × 185       | 12        | 2300                        |

#### Основные технические данные

|                                                                      |                 |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Концентрация водородных ионов в контролируемой среде, ед. рН:        |                 |
| для СХ-1М1                                                           | 2...3           |
| для СЦ-1М1                                                           | 10,5...12,5     |
| Точность измерения, ед. рН                                           | ± 0,2           |
| Температура контролируемой среды, °С:                                |                 |
| для СХ-1М1                                                           | 5...50          |
| для СЦ-1М1                                                           | 10...40         |
| Давление контролируемой среды, МПа                                   | 0,2             |
| Питание электропривода механизма очистки — от сети переменного тока: |                 |
| напряжение, В                                                        | 220             |
| частота, Гц                                                          | 50              |
| Потребляемая мощность, В · А                                         | 20              |
| Габаритные размеры преобразователя, мм                               | 120 × 160 × 360 |
| Масса преобразователя, кг                                            | 6               |
| Наработка сигнализатора на отказ, ч                                  | ≥ 500           |
| Условия эксплуатации:                                                |                 |
| температура окружающего воздуха, °С                                  | 5...50          |
| относительная влажность, %                                           | 80              |

**Переносной иономер И-102.** Предназначен для определения активности (рХ) одно- и двухвалентных ионов в водных растворах ( $H^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ag^+$ ,  $I^-$ ,  $Cl^-$ ,  $CN^-$ ,  $Br^-$ ,  $S^{2-}$ ), также окислительно-восстановительного потенциала. Для измерения рХ используется электродная система с измерительным ионоселективным электродом, потенциал чувствительного элемента которого по отношению к вспомогательному электроду зависит от активности соответствующего иона в растворе.

Иономер состоит из преобразователя (иономера) и набора ионоселективных электродов и имеет литой металлический корпус.

Для работы с прибором на лабораторном столе в комплекте предусмотрены легкоразборный штатив с держателем для электродов. Все электроды снабжены



разъемом, позволяющим быстро и удобно устанавливать их в держателе.

Пределы измерений ЭДС при использовании иономера в качестве нуль-индикатора на шкале 100 мВ определяются типом применяемого при компенсации потенциометра.

В иономере предусмотрена ручная температурная компенсация измерения ЭДС электродной системы в пределах 0...100 °С.

Иономер может быть отградуирован для работы с электродной системой.

Параметры электродной системы: крутизна  $S_{20}$  (при температуре раствора 20 °С) — 25...60 мВ/рХ; координаты изопотенциальной точки — 0...10 ед. рН, +390...—390 мВ.

Иономер эксплуатируется при температуре окружающего воздуха 0...50 °С и относительной влажности до 95 %.

В комплект прибора входят: иономер в чехле; набор электродов и принадлежностей в чехле; электролитическая ячейка; сосуд для дистиллированной воды объемом 100 мл; сосуд для буферного раствора объемом 100 мл; кабель с наконечником; держатель с предохранительным чехлом для крепления электродов; блок питания от сети переменного тока; стакан для микроизмерений, фиксаналы для приготовления образцовых буферных растворов для рН-метрии; наборы электродов и принадлежностей.

#### Основные технические данные

##### Пределы измерений:

|              |         |
|--------------|---------|
| рН, ед. рН   | 0...14  |
| рNa, ед. рNa | 0...3,0 |
| рК, ед. рК   | 0...3,0 |
| рСN, ед. рСN | 1...5   |
| рI, ед. рI   | 1...5   |
| рS, ед. рS   | 1...16  |
| рAg, ед. рAg | 1...4   |
| рCl, ед. рCl | 1...4   |
| рBr, ед. рBr | 1...4   |

##### Пределы измерений ЭДС

0...± 1200; 0...400 мВ (со сдвигом начала шкалы в пределах +600...—600 мВ)

##### Основная погрешность измерений рН, ед. рН

± 0,05 (в диапазоне 0...1 ед. рН); ± 0,1 (в диапазоне 0...8 ед. рН); ± 0,3 (в диапазоне 0...12 ед. рН); рNa, рК, рСN, рI, рBr, рCl, рAg...± 0,1; рS...± 0,5

##### Основная погрешность показаний на оцифрованных отметках шкалы иономера в диапазоне, %:

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 0...4 рХ              | ± 1   |
| 0...12 рХ             | ± 2,5 |
| 0...6 рХ              | ± 1   |
| 0...16 рХ             | ± 2,5 |
| 0...400 и 0...1200 мВ | ± 2,5 |

##### Дрейф нуля иономера, мВ/ч:

при питании от сети напряжением 220 В, частотой 50 Гц

2



|                                               |             |
|-----------------------------------------------|-------------|
| при питании от сухих батарей                  | 4           |
| Допустимое сопротивление:                     |             |
| измерительного электрода, мОм                 | $\leq 1000$ |
| электрода сравнения, кОм                      | $\leq 20$   |
| Температурный коэффициент крутизны, мВ/°С     | 0,18...0,21 |
| Питание:                                      |             |
| от сети переменного тока                      |             |
| напряжение, В                                 | 220         |
| частота, Гц                                   | 50          |
| от батареи типа "Рубин"                       |             |
| Габаритные размеры, мм:                       |             |
| иономера в футляре                            | 225×135×75  |
| переносного комплекта принадлежностей         | 225×85×75   |
| Масса комплекта, кг                           | 2,8         |
| Наработка на отказ, ч                         | 2450        |
| Вероятность безотказной работы в течение 10 ч | 0,996       |
| Температура воздуха, °С                       | 0...50      |
| Относительная влажность, %                    | $\leq 95$   |

**Лабораторный иономер И-115.** Предназначен для определения активности одно- и двухвалентных анионов и катионов (рХ) в водных растворах (рН, рК, рСа, рВг, рМg, рNO<sub>3</sub>, рNH<sub>4</sub> и др.), а также окислительно-восстановительного потенциала. Прибор можно применять при проведении потенциометрического титрования.

Для измерения активности одно- и двухвалентных ионов в растворах используются электродная система с ионоселективными измерительными электродами и измерительный преобразователь. Значение рХ контролируемого раствора определяют путем измерения ЭДС электродной системы с помощью измерительного преобразователя, шкала которого отградуирована в единицах рХ.

Иономер — это настольный прибор. К прибору прилагается комплект принадлежностей. В состав измерительного преобразователя входят: блок преобразователя, объединенный с генератором управляющих импульсов; два блока измерительных усилителей постоянного тока УПТ-1 и УПТ-2, охваченных отрицательными обратными связями; блок стабилизации и трансформаторы. Он представляет собой частичный приборный каркас II типа системы УТК, в котором размещена электрическая схема. Каркас состоит из навесных элементов и функциональных блоков. Блоки выполнены на платах печатного монтажа и подключаются посредством разъемов.

Штатив предназначен для установки электродов и сосуда с контролируемым раствором при измерении. На стойке штатива на необходимой высоте закрепляются поворотный столик, держатель с гнездами, куда помещаются электроды, термометр или автоматический термокомпенсатор.

В состав принадлежностей входят следующие узлы: ячейка термостатирования; ячейка для микроизмерений; электролитическая ячейка; автоматический термокомпенсатор; мешалка.

Пределы и погрешность измерений прибором указаны в таблице 2.32.



## 2.32. Пределы и погрешность измерений иономера И-115

| Измеряемая величина        | Пределы измерений |                                                                   | Основная абсолютная погрешность измерения |                 |
|----------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------|
|                            | широкие диапазоны | узкие диапазоны                                                   | широкие диапазоны                         | узкие диапазоны |
| Одновалентные ионы, ед. рХ | -1...19           | -1...0; 0...1; 1...2; 2...3; 18...19                              | ± 0,2                                     | ± 0,01          |
| Двухвалентные ионы, ед. рХ | -1...19           | -1...0; 0...1; 1...2; 2...3; 18...19                              | ± 0,2                                     | ± 0,02          |
| ЭДС, мВ                    | ± 100...±1900     | ± 100...0; 0...100; ± 100...± 200; ± 200...± 300; ± 1800...± 1900 | ± 20                                      | ± 1             |

### Основные технические данные

Крутизна характеристики электродной системы  $S_{20}$  при измерении, мВ/рХ:

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| одновалентных ионов $S'_{20}$ | 58,164 |
| двухвалентных " $S''_{20}$    | 29,082 |

Стабильность прибора за 8 ч, рХ/ч

± 0,01

Температурная компенсация — ручная и автоматическая, °С

0...100

Минимальный объем дозы измерения, мл

0,5

Выходное напряжение для всех диапазонов на гнездах:

50 мВ, мВ

0...50

2 В, В

0...2

Питание — от сети переменного тока:

напряжение, В

220<sup>+22</sup><sub>-33</sub>

частота, Гц

50 ± 1

Потребляемая мощность, В · А

15

Габаритные размеры, мм:

преобразователя  
штатива

270×317×195  
200×270

Масса, кг:

преобразователя  
штатива

8  
1,135

Наработка на отказ преобразователя при доверительной вероятности 0,8, ч

≥ 5000

Средний срок службы, лет

≥ 6

Условия эксплуатации:

температура окружающего воздуха, °С

10...35

относительная влажность воздуха, %

≤ 80

Лабораторные иономеры И-130 и И-120.1. Предназначены для измерения активности ионов водорода (рН), активности одно- и двухвалентных анионов и катионов (рХ) и окислительно-восстановительных потенциалов (Еh) в водных



растворах. Прибор И-120.1 можно использовать также в качестве высокоомного милливольтметра.

Принцип действия иономеров заключается в измерении активности одно- и двухвалентных ионов в растворах с помощью электродной системы с ионоселективными измерительными электродами и преобразователя. Их основные конструктивные элементы — преобразователь, штатив, магнитная мешалка.

Преобразователь выполнен в конструктивах УТК. Внутри каркаса размещена электрическая схема, состоящая из отдельных элементов и функциональных блоков.

В штативе устанавливают электроды и сосуды с контролируемым раствором.

Магнитная мешалка предназначена для перемешивания раствора. В состав нее входят блок управления, блок электромагнитов и магнитная вертушка. Предусмотрена возможность изменения скорости перемешивания раствора и направления вращения.

Основные технические данные иономеров приведены в таблице 2.33.

2.33. Основные технические данные иономеров И-130 и И-120.1

| Параметры                                                                      | И-130                                          | И-120.1     |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|
| Пределы измерения в режиме измерения:                                          |                                                |             |
| активности ионов, ед. рН (рХ)                                                  | −20...+20                                      | −1...+19,99 |
| ЭДС, мВ                                                                        | −2000...+2000                                  | +1999       |
| Цена единицы младшего разряда в режиме измерения:                              |                                                |             |
| активности ионов, ед. рН (рХ)                                                  | 0,001                                          | —           |
| ЭДС, мВ                                                                        | 0,1                                            | —           |
| Допустимая основная абсолютная погрешность преобразователя в режиме измерения: |                                                |             |
| активности ионов, ед. рН (рХ)                                                  |                                                | ± 0,02      |
| ЭДС, мВ                                                                        |                                                | ± 2         |
| Питание — от сети переменного тока:                                            |                                                |             |
| напряжение, В                                                                  |                                                | 220 ± 22    |
| частота, Гц                                                                    |                                                | 50 ± 1      |
| Потребляемая мощность, В · А                                                   | ≤ 50 (для преобразователя); ≤ 20 (для мешалки) |             |
| Габаритные размеры преобразователя, мм                                         | 330×155×350                                    | 290×260×139 |
| Масса преобразователя, кг                                                      | ≤ 7                                            | ≤ 4,5       |

Диапазон измерения рХ и вид контролируемых ионов определяются типом применяемого в комплекте с иономером измерительного электрода.

Наработка на отказ преобразователя составляет 7200 ч, а средний срок службы прибора — 8 лет.

Иономеры рассчитаны для работы в условиях лабораторий при отсутствии вибрации и магнитных полей при температуре окружающего воздуха 10...30 °С, относительной влажности воздуха 30...80 %, атмосферном давлении 84...106 кПа.

Приборы устанавливают на столе, к которому должно быть подведено



электропитание. Преобразователь и магнитная мешалка должны быть тщательно заземлены.

**Лабораторный иономер И-135.** Предназначен для измерения активности ионов водорода (рН), активности одно- и двухвалентных анионов и катионов (рХ) и окислительно-восстановительных потенциалов (Еh) в водных растворах при необходимости получения экспрессной информации об ионном составе жидких сред, а также для измерения температуры контролируемых растворов. Основные конструктивные элементы прибора — преобразователь, штатив, магнитная мешалка. Преобразователь выполнен в конструктивах УТК. Внутри каркаса размещена электрическая схема, состоящая из отдельных элементов и функциональных блоков.

В штативе устанавливают электроды и сосуды с контролируемым раствором.

Магнитная мешалка перемешивает раствор. В состав нее входят блок управления, блок электромагнитов и магнитная вертушка. Предусмотрена возможность изменения скорости перемешивания раствора и направления вращения.

Для измерения активности одно- и двухвалентных ионов в растворе используются электродная система с ионоселективными электродами и преобразователь, а для измерения температуры растворов — термокомпенсатор — медный термометр сопротивления.

Действие иономера заключается в преобразовании ЭДС электродной системы в пропорциональное по значению напряжение, получаемое на выходе буферного усилителя, которое затем подается на преобразователь "напряжение — частота" (ПНЧ). Термокомпенсатор подключают к второму ПНЧ.

Частотные сигналы с выходов ПНЧ обрабатываются микропроцессорной БИС в соответствии с алгоритмом функционирования иономера. Результаты обработки выдаются на два цифровых табло.

Иономер рассчитан для работы в условиях лабораторий при температуре окружающего воздуха 10...30 °С, относительной влажности 30...80 %, атмосферном давлении 84...106 кПа при отсутствии вибрации и магнитных полей. Его устанавливают на столе, к которому должно быть подведено электропитание. Преобразователь и магнитная мешалка должны быть тщательно заземлены.

В комплект поставки иономера входят: преобразователь; комплект запасных частей и принадлежностей; комплект ионоселективных электродов; паспорт; методические указания по поверке.

#### Основные технические данные

Диапазон измерения преобразователя в режиме измерения:

|                               |               |
|-------------------------------|---------------|
| активности ионов, ед. рН (рХ) | —4...19,99    |
| ЭДС, мВ                       | —1999...+1999 |
| температуры, °С               | 0...99,9      |

Цена единицы младшего разряда (дискретность) в режиме измерения:

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| активности ионов, ед. рН (рХ) | 0,01 |
| ЭДС, мВ                       | 1    |
| температуры, °С               | 0,1  |

Допускаемая основная абсолютная погрешность преобразователя в режиме измерения:



|                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| активности ионов, рН (рХ)             | $\pm 0,02$  |
| ЭДС, мВ                               | $\pm 2$     |
| температуры, °С                       | $\pm 0,2$   |
| Габаритные размеры, мм                | 264×236×96  |
| Масса, кг                             | 4,8         |
| Наработка на отказ преобразователя, ч | $\geq 7200$ |
| Средний срок службы, лет              | $\geq 8$    |

**Лабораторный иономер И-140.** Предназначен для измерения активности ионов водорода рН, активности и концентрации одно- и двухвалентных ионов и окислительно-восстановительных потенциалов в водных растворах при необходимости получения экспрессной информации об ионном составе жидких сред. Для измерения активности и концентрации одно- и двухвалентных ионов в растворе используются электродная система с ионоселективными электродами и преобразователь. В качестве электрода сравнения применяют вспомогательный электрод.

Принцип действия иономера заключается в преобразовании ЭДС электродной системы, имеющей высокое внутреннее сопротивление, в пропорциональное по значению напряжение, получаемое на выходе буферного усилителя, которое преобразуется в цифровой код аналого-цифровым преобразователем (АЦП).

Информация с выхода АЦП передается субблоку управления с памятью, который обрабатывает ее совместно с информацией, введенной с помощью клавиатуры по определенным зависимостям в соответствующих режимах. Результат измерения выдается на индикацию и цифропечатающее устройство через субблок ввода — вывода.

#### Основные технические данные

Диапазон измерения преобразователя в режиме измерения:

|                           |                                                                                    |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| активности ионов, рН (рХ) | $-19,999...+19,999$                                                                |
| концентраций, %           | $-10^{-\kappa}$ до $+10^{\kappa}$ (где $\kappa$ — любое целое число, включая ноль) |
| ЭДС, мВ                   | $-1999,9...+1999,9$                                                                |

Допускаемая основная погрешность преобразователя в режиме измерения:

|                          |                                                                                                                                   |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| активности ионов, ед. рХ | $\pm 0,002 \pm 10^{-3} \Delta \text{рХ}$ (где $\Delta \text{рХ}$ — разность между значениями измеряемой точки и точки калибровки) |
| концентрации, %          | $\pm 1$                                                                                                                           |
| ЭДС, мВ                  | $\pm 0,2 \pm 0,15 \cdot 10^{-3} E$ (где $E$ — измеряемое значение ЭДС)                                                            |

Условия эксплуатации:

|                                                |                                                                                      |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| температура окружающего воздуха, °С            | 10...35 (для обыкновенного исполнения); 10...40 (для обще-климатического исполнения) |
| относительная влажность окружающего воздуха, % | 30...80                                                                              |



**Универсальный иономер ЭВ-74.** Предназначен для определения активности одно- и двухвалентных ионов и катионов, а также окислительно-восстановительного потенциала в водных растворах. Принцип его действия заключается в преобразовании ЭДС электродной системы, состоящей из измерительного ионоселективного электрода и электрода сравнения, в постоянный ток, пропорциональный определяемой величине.

Иономер представляет собой настольный многопредельный прибор, в состав которого входят высокоомный преобразователь и штатив с размещаемыми на нем электродами и принадлежностями, используемыми при измерениях. На лицевой панели преобразователя расположен показывающий прибор класса 0,5. Шкала прибора имеет оцифровку для узких и широкого диапазонов измерений, а также для установки ручки ручного температурного компенсатора в положение, соответствующее температуре измеряемого раствора. Все ручки оперативного управления прибором и настройки выведены на лицевую панель.

Конструкция прибора позволяет перестраивать его с одной электродной системы на другую, использовать как ручную, так и автоматическую температурную компенсацию, выбирать нужный род работы и диапазон измерения, подключать регистрирующие приборы, например блок автоматического титрования БАТ-15.

В комплект прибора входят: иономер ЭВ-74; по два электрода ЭСЛ-43-Я07, ЭСЛ-63-07, ЭСЛ-51-07, ЭО-01, ЭПВ-1 и ЭВЛ-1МЗ; автоматический термокомпенсатор ТКА-5; штатив; магнитная мешалка.

#### Основные технические данные

Пределы измерений:

pX, ед. pX

-1...+19; -1...+4; 4...9;

9...14; 14...19

ЭДС, мВ

$\pm(100...1900)$ ;  $\pm(100...400)$ ;

$\pm(400...900)$ ;  $\pm(900...1400)$ ;

$\pm(1400...1900)$

Основная абсолютная погрешность преобразователя на диапазоне:

5 pX, ед. pX

$\pm 0,04$

500 мВ, мВ

$\pm 5$

Крутизна водородной характеристики электродной системы при температуре раствора 20 °С, мВ/pX:

для одновалентных ионов

$\pm 55... \pm 60$

" двухвалентных "

$\pm 28... \pm 30$

Координаты изопотенциальной точки:

pX<sub>и</sub>, ед. pX

0...9; 0...19

E<sub>и</sub>, мВ

$(-58,2 \text{ pX}_{\text{и}} - 150)...(285,2 \text{ pX}_{\text{и}} -$

$500)$ ;  $(-29,1 \text{ pX}_{\text{и}} - 75)...$

$(-29,1 \text{ pX}_{\text{и}} - 250)$

Габаритные размеры, мм:

преобразователя

365×230×260

штатива в сборе

260×260×500

Масса, кг

15

Наработка на отказ при доверительной вероятности 0,8, ч

$\geq 2500$



По климатическим условиям эксплуатации прибор относится к 1-й группе ГОСТ 9763—67. Нормальная работа иономера обеспечивается при температуре окружающего воздуха 10...35 °С и относительной влажности до 80 %.

**Цифровой рН-метр N 51070Е и ионометрический анализатор N 5170 ЕА.** Приборы предназначены для точных однократных или непрерывных измерений рН, потенциала редокс, активности ионов (рХ), а также благодаря дополнительному выходу для поляризации электродов для потенциометрических титрований методом "Dead stop" имеют аналоговую (выход на регистратор) регистрацию результатов и приспособлены для совместной работы с комплексным электродом, отдельными — индикаторным и сравнительным — и ионоселективными электродами. Принцип их действия заключается в том, что потенциал измерительного элемента подводится к высокоомному входному усилителю постоянного тока. Температурные изменения наклона характеристики электрода компенсируются потенциометром (ручная компенсация) или реостатным датчиком (автоматическая компенсация). Выходной сигнал усилителя измеряется цифровым вольтметром, проградуированным в единицах рН и мВ.

рН-метр N 5170Е состоит из двух основных частей — аналоговой и цифровой. В аналоговую часть входят входной усилитель, регулировочная часть, а также питатель, в цифровую — модуль цифрового вольтметра. Прибор размещен в корпусе из пластмассы.

Комплект поставки для исполнения N 5170Е и N 5170ЕА следующий: комплексный электрод рН; комплексный редокс-электрод (стекловидный уголь); бинарный графитный электрод; датчик температуры; заземляющий электрод; заменитель гнезда с соединителями для титрований "Dead stop"; растворы-эталонны рН 4; 6; 88; 9,22± 0,02; штатив с держателем электродов.

Дополнительное оборудование для прибора N 5170 ЕА: переключатель электродов N 5891 (6-канальный переключатель с имитатором рН); ионоселективный хлоридный электрод; ионоселективный нитратный электрод; ионоселективный аммиачный электрод; три сравнительных электрода с ключом; шесть химических стаканов.

#### Основные технические данные

|                                                      |                  |
|------------------------------------------------------|------------------|
| Пределы измерения рН:                                |                  |
| основной диапазон                                    | 0...14,00        |
| диапазон увеличенной точности                        | 7± 1,999         |
| Предел измерения активности ионов (относительной) рХ | $pX_0 \pm 1,999$ |
| Пределы измерения ЭДС, мВ:                           |                  |
| основной диапазон                                    | 0...± 1999       |
| диапазон увеличенной точности                        | 0...± 199,9      |
| Пределы измерения температуры, °С                    | 0...100,0        |
| Точность измерения в сравнительных условиях:         |                  |
| основной диапазон, ед. рН, рХ и мВ                   | ± 0,01 и ± 1     |
| диапазон увеличенной точности, ед. рН, рХ и мВ       | ± 0,002 и ± 0,2  |
| диапазон измерения температуры, °С                   | ± 0,5            |
| Компенсация температуры, °С:                         |                  |
| ручная                                               | 0...100          |
| автоматическая                                       | 0...100          |
| Компенсация уменьшенной исправимости электродов, %   | 90...100         |



|                                           |                                                                                                              |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Диапазон перемещения нулевой точки рН, рХ | 5...9 для основного диапазона рН; $\pm 1$ вокруг рН 7, рХ <sub>0</sub> для диапазона с увеличенной точностью |
| Компенсация потенциала, мВ                | $\pm 50$                                                                                                     |
| Напряжение поляризации электродов, мВ     | $700 \pm 50$                                                                                                 |
| Отсчет                                    | Цифровой с показателем поляризации                                                                           |
| Выход — аналоговый                        | На регистратор (0...2 В, $R \geq 1$ кОм)                                                                     |
| Напряжение питания, В                     | $220 \pm 10 \%$                                                                                              |
| Частота, Гц                               | 50                                                                                                           |
| Потребляемая мощность, В · А              | 10                                                                                                           |
| Габаритные размеры, мм                    | 103×235×80                                                                                                   |
| Масса, кг                                 | 2,5                                                                                                          |

Изготовитель — Польша.

**Микропроцессорный иономер N5171.** Предназначен для выполнения потенциометрических измерений при помощи разных ионоселективных электродов. Прибор объединяет в себе качества рН-метра и ионоселективного измерителя и позволяет определять абсолютное значение ЭДС электрода, температуру, рН, стабилизацию уровня рН, концентрацию неводородных ионов по прямому методу и по методу одно- и многократного приращения, может управлять внешним печатающим устройством 100-MERA-BLONIE(V24), аналоговым регистратором ( $\pm 5$  В  $\pm 0,5 \%$ ;  $\pm 5$  мА  $\pm 0,5 \%$ ) и подключаться к системе интерфейса IEC-625.

Характеристика индикаторного поля: главное — 16 позиций, матричные индикаторы для питания результатов единиц и шагов программы; 15 сигнализационных диодов информируют о состоянии устройства, то есть о ходе калибровки, измерений, о параметрах, стабильности отсчетов (AUTO), блокировке клавиатуры (BLOK), подключенных входах (электродах) и выходах.

Клавиатура состоит из 28 клавиш: 12 операционных клавиш + 16 цифровых клавиш; клавиши — с герконными переключателями.

Вход — для электродов с активным сопротивлением больше  $10^{13}$  См; гальваническая сепарация.

Для того чтобы установить концентрацию ионов в исследуемом растворе, необходимо при помощи функциональной клавиатуры избрать конкретный метод измерения и измерительный датчик. Параметры электрода должны быть известны. Их определяют в процессе калибровки или записывают при помощи цифровой клавиатуры.

При помощи клавиатуры вводятся данные и распоряжения. Программные шаги, указатели для пользователя, промежуточные и конечные результаты с указанием обязывающих единиц высвечиваются на главном индикаторном поле. Благодаря информации, появляющейся на 6 буквенно-цифровых индикаторах и 15 сигнализационных диодах, можно наблюдать за состоянием устройства, ходом проводимого эксперимента, ходом измерений, калибровкой электродов, можно считывать и корректировать параметры, режимы измерения, определять, какие входные датчики и выходные устройства подключены к иономеру. После избрания конкретного режима измерения программа ведет пользователя, рекомендуя



ему очередные действия, которые он либо пропускает, либо акцептирует с помощью клавишей. Сообщения, появляющиеся в главном индикаторном поле, информируют об очередном шаге реализованного эксперимента. Программа ожидает правильное решение экспериментатора, не принимая неправильных решений.

В основу конструкции иономера N5171 положена конструкция микропроцессора 8080. Кроме ТЭЗ-а центрального процессора прибор имеет входные и выходные схемы, функциональную цифровую клавиатуру и буквенно-цифровое индикаторное поле с сигнализационными диодами. В иономере есть вход с большим сопротивлением с гальванической сепарацией для разных типов ионоселективных электродов.

#### Основные технические данные

Пределы измерений:

pH, ед. pH

0...14,0

ЭДС, мВ

-2000,5...+2000,5

концентрации, моль/л

0,001...2000

температуры, °C

0...99,9

Разрешающая способность:

pH, ед. pH

0,01

ЭДС, мВ

0,5

концентрация, % измеряемого значения

0,5

температура, °C

0,1

Входной ток при температуре воздуха 25 °C, мА

< 0,4

Напряжение помех, мВ

< 0,1

Соединительные гнезда для электродов

Стандартные

Питание от источника переменного тока:

напряжение, В

220...240

частота, Гц

50

Потребляемая мощность, В · А

50

Габаритные размеры, мм

220×380×460

Масса, кг

8,0

Изготовитель — Польша.

**Хлоридомер АХП-205.** Предназначен для непрерывного измерения содержания ионов хлора в природных и сточных водах. Его можно применять в качестве датчика в системах регулирования качества воды. Прибор можно использовать во всех отраслях народного хозяйства при условии, что анализируемые воды не содержат отравляющих ионоселективный электрод примесей.

Содержание ионов хлора измеряют с помощью ионоселективного мембранного электрода ЭМ-Сl-01. При контакте этого электрода с анализируемой водой происходит обмен ионами между поверхностью ионочувствительной мембраны и водой, что вызывает возникновение потенциала, значение которого пропорционально значению pCl анализируемой воды.

Хлоридомер состоит из следующих блоков: гидравлического, преобразующего, регистрирующего, управляющего. Конструктивно блоки смонтированы в металлическом шкафу, предназначенном для напольного монтажа.

Особенности эксплуатации прибора: в анализируемой пробе не должно



содержаться ионов  $S^{2-}$ ,  $Br^+$ ,  $HN_3^+$ ,  $J^+$ ,  $CN^+$ . Хлоридомер работает в присутствии наиболее мешающих ионов  $HCl_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$  при превышении их концентрации в 300 раз, а ионов  $NO_3^-$  — при двадцатикратном избытке в пробе.

#### Основные технические данные

|                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| Пределы измерения, pCl              | 1,5...3,5<br>(20...1500 мг/л) |
| Основная приведенная погрешность, % | ± 4                           |
| Время установления показаний, мин   | < 10                          |
| Температура, °C                     |                               |
| контролируемой среды                | 1...40                        |
| окружающего воздуха                 | 10...35                       |
| Давление в точке контроля, МПа      | 0,15 ± 0,05                   |
| Выходной сигнал:                    |                               |
| токовый, мА                         | 0...5                         |
| напряжения, В                       | 0...10                        |
| Питание — от сети переменного тока: |                               |
| напряжение, В                       | 200                           |
| частота, Гц                         | 50                            |
| Потребляемая мощность, В · А        | ≤ 400                         |
| Габаритные размеры, мм              | 613 × 650 × 1600              |
| Масса, кг                           | До 150                        |
| Средний срок службы, лет            | 6                             |

**Концентратор ИКИ-003.** Предназначен для экспресс-анализа концентрации одно- и двухзарядных анионов и катионов в водных растворах проб почв, вод, растительной продукции. В основу его работы положен принцип прямого потенциометрического измерения активности ионов контролируемой пробы с помощью электродной ионоселективной системы с электронным преобразователем ЭДС электродной системы в пробе в значение концентрации измеряемых ионов в образце.

Концентратор с электродной системой до измерения калибруют по двум растворам с известной концентрацией измеряемых ионов для работы в диапазонах концентраций и пересчетных коэффициентов.

Прибор состоит из преобразователя, вспомогательного и измерительного электродов, подключенных к преобразователю с помощью соединительного кабеля. Преобразователь — коробчатой формы, состоит из корпуса и крышки, в которых закреплены печатные платы. Результаты измерений выводятся на индикатор.

Для внутреннего источника постоянного тока и для заземления прибора в его корпусе предусмотрены соответствующие гнезда. Вспомогательный и измерительный электроды имеют укороченные выводы, оснащенные штеккерами, с помощью которых электроды вставляют в гнезда соединительного кабеля.

Характеристика электродной системы концентратора выражена уравнением

$$E = E_0 + SpX,$$



где  $E_0$  — ЭДС электродной системы при  $pX = 0$ , ее значение зависит от выбранных измерительного и вспомогательного электродов;  $E_0 = (0 \pm 1000)$  мВ;  $S$  — крутизна характеристики электродной системы;  $pX$  — отрицательный десятичный логарифм активности измеряемых ионов.

В комплект прибора входят: преобразователь; электрод ЭВЛ-1М3.1; комплект электродов ЭМ- $\text{NO}_3$ -01, ЭМ-Br-01, ЭМ-Cl-01, ЭМ-Mg-01, ЭМ-Ca-01, ЭМ-K-01, ЭМ- $\text{NH}_4$ -01; блок питания "Электроника Д2-15"; комплект стандартных образцов.

#### Основные технические данные

Электрическое сопротивление электродов:

измерительного, МОм 0...100

вспомогательного, КОм 0...20

Диапазон измерения в режиме измерения:

концентрации ионов, мг/кг 1,5...1990

ЭДС электродной системы, мВ -199...+199

в интервале абсолютных значений ЭДС, мВ -1000...+1000000

Цена единицы младшего размера (дискретность) в режиме измерения:

концентрации ионов, мг/кг 0,1 и 1

ЭДС электродной системы, мВ 0,1

$\pm 5^*$

Допускаемая основная относительная погрешность преобразования входного сигнала (ЭДС электродной системы) в значение концентрации, %

Допускаемая относительная погрешность измерения концентрации для ионов, %:

однозарядных  $\pm 12$

двухзарядных  $\pm 18$

Абсолютная погрешность в режиме измерения приращения ЭДС электродной системы, мВ  $\leq \pm 3$

Напряжение источника питания постоянного тока, В  $9^{+3,5}_{-1,5}$

Потребляемый ток, мА  $\leq 20$

Время установления:

рабочего режима, мин  $\leq 10$

показаний преобразователя, с  $\leq 10$

Габаритные размеры преобразователя, мм  $225 \times 85 \times 55$

Масса преобразователя, кг 0,6

Условия эксплуатации:

температура окружающего воздуха, °C 10...40

относительная влажность воздуха при температуре 25 °C без конденсации влаги, % 80

атмосферное давление, кПа 6,3...7,95

отсутствие внешних электрических и магнитных полей, влияющих на работу прибора

\* Нижняя граница диапазона концентрации определяется линейным участком характеристики используемого ионоселективного электрода. Верхняя граница может быть увеличена за счет пропорционального разбавления измеряемой пробы.

Изготовитель — специализированное промышленное проектно-конструкторское бюро "Росагроприбор".



**Титрометрический лабораторный анализатор жидкости АТЛ-10.** Предназначен для определения химической потребности в кислороде (ХПК) сточных вод и представляет собой полуавтоматический прибор с цифровой индикацией результатов анализа. В основу его действия положен бихроматный метод измерения окисляемости с потенциометрическим определением конечной точки титрования по заданному значению потенциала. Индикаторная пара электродов — платиновая.

Конструктивно анализатор состоит из двух блоков — блока термообработки и автоматической бюретки.

Ввод пробы в прибор — вручную. Все остальные операции осуществляются автоматически.

В комплект поставки анализатора входят: блок термообработки; автоматическая бюретка; стеклянные бутылки для реактивов по ГОСТ 14182-80; комплект запасных частей; комплект инструмента и принадлежностей; комплект упаковки; техническое описание и инструкция по эксплуатации; паспорт; методика поверки.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                             |                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Диапазоны* измерения ХПК, мг $O_2$ /л                                                                                                       | 0...50 000                  |
| Допускаемая относительная погрешность прибора, %                                                                                            | $\pm 10$                    |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение случайной составляющей относительной погрешности прибора, %                                   | 4                           |
| Допускаемая относительная погрешность автоматической бюретки, %                                                                             | $\pm 0,5$                   |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение случайной составляющей относительной погрешности дозирования переливного дозатора реактива, % | 0,25                        |
| Питание прибора от сети переменного тока:                                                                                                   |                             |
| напряжение, В                                                                                                                               | $220 \pm 10$                |
| частота, Гц                                                                                                                                 | $50 \pm 1$                  |
| Потребляемая мощность, В · А                                                                                                                | 200                         |
| Габаритные размеры, мм:                                                                                                                     |                             |
| блока термообработки                                                                                                                        | $320 \times 320 \times 810$ |
| автоматической бюретки                                                                                                                      | $242 \times 505 \times 560$ |
| Масса, кг:                                                                                                                                  |                             |
| блока термообработки                                                                                                                        | 30                          |
| автоматической бюретки                                                                                                                      | 22                          |

\* Поддиапазоны измерения определяются концентрацией реактивов и объемом пробы.

**Титрометрический лабораторный анализатор жидкости АТЛ-11.** Предназначен для измерения концентрации воды методом объемного титрования пробы анализируемого раствора реактивом Фишера классического или видоизмененного состава с определением конечной точки титрования по заданному значению сигнала, измеряемого по бипотенциометрической (или биамперометрической) схеме. Принцип его действия заключается в принудительном дозировании титрующего раствора (реактива Фишера) в герметичную ячейку для титрования, где размещены два платиновых электрода, поляризуемых постоянным током (или



напряжением), мешалка и место в ячейке, куда шприцем вводится проба анализируемого раствора. По достижении измеряемым между электродами сигналом заданного значения принудительное дозирование прекращается. Известные параметры пробы и определяемые титрованием обрабатываются микроЭВМ. Результаты индуцируются на цифровом индикаторе.

Прибор состоит из трех блоков — автоматической бюретки-дозатора, блока управления и аналитической ячейки с двумя сменными ячейками для титрования проб до 50 мл и до 250 мл. Автоматическая бюретка-дозатор имеет два сменных дозирующих устройства на 25 мл и на 2,5 мл.

Блок управления и автоматическая бюретка-дозатор снабжены индивидуальными микроЭВМ. Пульт управления микроЭВМ в каждом из блоков вынесен на переднюю панель каждого из блоков.

При поверке анализатора необходимо следующее оборудование: лабораторные весы II класса ВЛР-200 и ВЛР-20; шприц на объем 10 мл (ТУ 64-1-378-83); микрошприцы на объемы 10 мкл и 50 мкл; реактивы Фишера с титром 2...4 мг/мл (0,8...1,2 мг/мл и 0,1...0,2 мг/мл); метанол (ГОСТ 6709); 10 %-ный раствор воды в метаноле (методики приготовления растворов по п. 6.7,8 указаны в техническом описании и инструкции по эксплуатации на анализатор АТЛ-11); резиновая трубка (ГОСТ 5496); тройник (ТУ 25-11-800-72); манометр со шкалой 0,1 МПа, класс 0,4, ГОСТ 8521; воздух (ГОСТ 17433).

#### Основные технические данные

|                                                                            |                  |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Диапазон измерения концентрации воды, % массовой доли                      | От 0,0002 до 100 |
| Допускаемая относительная погрешность анализатора в диапазоне измерения, % |                  |
| 0,0002...0,05 %                                                            | ± 6              |
| 0,05...100 %                                                               | ± 4              |

**Агрегатированный полуавтоматический титрометрический анализатор АПТА-1.** Предназначен для определения концентраций многокомпонентных жидких сред с высокой точностью при использовании микропроцессорной техники. Он представляет собой программируемый потенциометрический трехканальный титратор, позволяющий титровать одновременно три пробы до трех заданных конечных точек в каждом канале и программируется на пять различных режимов работы. Анализ осуществляется методом потенциометрического титрования при протекании реакций нейтрализации, окисления — восстановления, комплексообразования и осаждения при числе ступеней, соответствующих конечным точкам титрования, до трех для каждого из трех каналов.

Прибор состоит из титровального стенда, включающего высокоомные преобразователи, электрохимические ячейки, мешалки, автоматические бюретки, дозаторы полного слива и другие вспомогательные элементы, и шкафа электроники с ЭВМ (типа ДЗ-28) и блоком управления, ввода и переработки информации.

В программу для всех пяти режимов работы можно записать: до трех значений конечных точек в каждом канале; значения зон "импульсной подачи" для точного подхода к конечной точке; время выдержек после конца титрования; значения постоянных электрохимических коэффициентов и других величин; формулы для расчета.



Результаты анализа выдаются на цифропечать и внешнюю ЭВМ. К ручному управлению относится подготовка изделия к работе, установка проб и запуск изделия.

В комплект поставки анализатора входят: шкаф электроники; титровальный стенд; два соединительных кабеля; комплект запасных частей и принадлежностей к комплектующим изделиям; методические указания по поверке; эксплуатационная документация.

#### Основные технические данные

Допускаемое относительное среднее квадратическое отклонение результатов, %:

|                                                                 |             |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|
| титрования (по каждому из трех каналов)                         | $\leq 0,8$  |
| дозирования автоматических бюреток (по каждому из трех каналов) | $\leq 0,05$ |

Разрядность измерения объема и показаний рН, мВ

По четыре десятичных разряда

Питание прибора от сети переменного тока:

напряжение, В

$220^{+22}_{-33}$

частота, Гц

$50 \pm 1$

Потребляемая мощность, В · А

1000

Габаритные размеры, мм:

титровального стенда

$600 \times 700 \times 1400$

шкафа электроники

$800 \times 900 \times 1800$

Масса, кг

300

**Промышленный титрометрический анализатор жидкости ТА-7.** Предназначен для определения концентрации органических веществ в водных растворах. В основу его действия положен метод объемного потенциометрического титрования с индикацией конечной точки по заданному значению потенциала. Отличительная особенность прибора заключается в том, что анализируемую жидкость предварительно нагревают в реакторе или ячейке. Узлы анализатора имеют повышенную герметичность и коррозионную стойкость, позволяющую работать с нагретой до  $300^{\circ}\text{C}$  смесью.

Конструктивно прибор выполнен в виде шкафа и щита. На щите размещены вторичный прибор, рН-метр, программатор, блок сравнения, а в шкафу — датчик.

#### Основные технические данные

|                                                                                             |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Шкала прибора, делений                                                                      | 0...100 |
| Допускаемая основная приведенная погрешность прибора при бихроматном методе окисления, %    | $\pm 6$ |
| Допускаемая случайная составляющая приведенной погрешности прибора, %                       | $\pm 3$ |
| Допустимая случайная погрешность дозирования дозаторов и узла подачи титрующего раствора, % | $\pm 1$ |
| Минимальное время цикла, мин                                                                | 10      |
| Температура нагрева реакционной смеси, $^{\circ}\text{C}$                                   | 300     |



|                                     |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| Температура процесса титрования, °С | 100                  |
| Время запаздывания показаний        | Не более двух циклов |
| Питание — от сети переменного тока: |                      |
| напряжение, В                       | 220 ± 15 %           |
| частота, Гц                         | 50 ± 1               |
| Потребляемая мощность, В · А        | 400                  |
| Давление линии сжатого воздуха, МПа | 0,14 ± 10 %          |
| Габаритные размеры, мм:             |                      |
| щита                                | 2250 × 600 × 400     |
| шкафа                               | 1380 × 650 × 400     |
| Масса, кг:                          |                      |
| щита                                | 100                  |
| шкафа                               | 80                   |

**Лабораторная титрометрическая установка Т-108.** Предназначена для определения концентрации различных компонентов в растворах методами титрования, основанными на выполнении реакции нейтрализации, окисления — восстановления и комплексообразования, с фотометрической и потенциометрической индикацией точки конца титрования. Установка выполнена из отдельных функциональных блоков и приборов, объединяемых электрическими и гидравлическими линиями. В нее входят: лабораторный фотометр ЛМФ-72 с мешалкой или фотометрический блок; универсальный иономер ЭВ-74; блок сопряжения; автоматическая бюретка; блок дифференцирования и поиска; планшетный двухкоординатный самопишущий потенциометр ПДП-4; дозатор отбора пробы.

Режим титрования: до заданной точки — на реакции нейтрализации, окисления — восстановления и комплексообразования; по записи кривой титрования в пропорциональной и дифференциальной формах — на реакциях нейтрализации и окисления — восстановления при фотометрической и потенциометрической индикации точки конца титрования; с автоматическим поиском точки конца титрования — на реакциях окисления — восстановления и комплексообразования при фотометрической индикации точки конца титрования; ручное титрование с записью кривых титрования в пропорциональной форме с дискретной подачей титранта — на всех типах химических реакций с фотометрической индикацией точки конца титрования. Пределы индикации точки конца титрования определяются характеристикой вторичного преобразователя.

Установка Т-108 рассчитана на эксплуатацию во взрывобезопасных условиях при температуре окружающего воздуха 10...35 °С и относительной влажности до 80 %. Недопустимо воздействие вибрации.

#### Основные технические данные

Допустимая основная относительная погрешность установки на поверочных растворах в режимах титрования с автоматическим поиском при фотометрической индикации точки конца титрования или до заданной точки при потенциометрической индикации точки конца титрования, %:



|                                                                                                                                                        |                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| с автоматической бюреткой (при дозировании пробы с помощью аттестованных дозирующих устройств с погрешностью дозирования не более $\pm 0,02$ мл)       | $\pm [1 + 0,5(V_{\sigma_{\max}}/V_{\sigma_x})]$                               |
| с автоматической бюреткой и дозатором отбора пробы                                                                                                     | $\pm [1 + 0,5(V_{\sigma_{\max}}/V_{\sigma_x}) + 1,0(V_{D_{\max}}/V_{D_x})]^*$ |
| Допустимая основная приведенная погрешность, %:                                                                                                        |                                                                               |
| автоматической бюретки                                                                                                                                 | $\pm 5$                                                                       |
| дозатора отбора пробы                                                                                                                                  | $\pm 1$                                                                       |
| Допустимое среднее квадратическое отклонение случайной составляющей основной приведенной погрешности автоматической бюретки и дозатора отбора пробы, % | 0,15                                                                          |
| Параметры анализируемой среды (раствор оснований, солей, кислот и пр.):                                                                                |                                                                               |
| температура, °С                                                                                                                                        | 10...35                                                                       |
| вязкость, Па·с                                                                                                                                         | 0,001...0,002                                                                 |
| Объем пробы анализируемой среды, мл                                                                                                                    | 1...20                                                                        |
| Номинальные объемы дозирования титрующего реагента, мл:                                                                                                |                                                                               |
| автоматический метод дозирования при помощи автоматической бюретки                                                                                     | 1,0; 10,0; 20,0                                                               |
| ручной метод дозирования при помощи автоматической бюретки                                                                                             | 1,0; 10,0; 20,0                                                               |
| Время отбора и дозирования анализируемой пробы, с                                                                                                      | $\leq 60$                                                                     |
| Минимальная скорость изменения входного сигнала, фиксируемая блоком дифференцирования, мВ/с                                                            | $\leq 5$                                                                      |
| Питание — от сети переменного тока:                                                                                                                    |                                                                               |
| напряжение, В                                                                                                                                          | $220 \pm 22$                                                                  |
| частота, Гц                                                                                                                                            | 50                                                                            |
| Габаритные размеры, мм:                                                                                                                                |                                                                               |
| лабораторного фотометра                                                                                                                                | $435 \times 280 \times 370$                                                   |
| фотометрического блока                                                                                                                                 | $410 \times 260 \times 360$                                                   |
| блока сопряжения                                                                                                                                       | $360 \times 240 \times 90$                                                    |
| универсального иономера                                                                                                                                | $365 \times 230 \times 260$                                                   |
| планшетного двухкоординатного самопишущего потенциометра                                                                                               | $550 \times 565 \times 185$                                                   |
| автоматической бюретки                                                                                                                                 | $195 \times 325 \times 390$                                                   |
| блока дифференцирования и поиска                                                                                                                       | $195 \times 245 \times 320$                                                   |
| дозатора отбора пробы                                                                                                                                  | $195 \times 245 \times 385$                                                   |

\*  $V_{\sigma_{\max}}$  и  $V_{D_{\max}}$  — максимальные объемы дозирующих устройств автоматической бюретки и дозатора отбора пробы, мл;  $V_{\sigma_x}$  и  $V_{D_x}$  — отдозированные объемы автоматической бюретки и дозатора отбора пробы, мл.

**Кулонометрический титратор Т-125.** Предназначен для проведения кулонометрического титрования в гальваностатическом режиме при протекании реакции нейтрализации, окисления — восстановления, комплексообразования, осаждения с внутренней генерацией титрующего вещества и биамперометрической фиксацией конечной точки титрования. Прибор состоит из следующих блоков: кулонометра



КЛ-2; автоматического блока титрования БАТ-17; титровального стенда (с негерметичной ячейкой); ячейки (герметичной); стенда для титрования (аргентометрических титрований). Основные блоки — кулонометр КЛ-2 и блок автоматического титрования БАТ-17 — собраны в одинаковых корпусах. Печатные платы, на которых размещены элементы схемы, устанавливаются вертикально по специальным направляющим и соединяются с элементами схемы при помощи разъемов.

Принцип действия прибора заключается в кулонометрическом титровании с амперометрической индикацией конечной точки титрования. Титрование анализируемого вещества ведется в электрохимической ячейке, в которой находятся пара генераторных и индикаторный электроды, электролит для генерирования титрующего реагента, а также проба анализируемого вещества. Пошедшее на титрование количество электричества, по которому определяется содержание исследуемого вещества, измеряют кулонометром КЛ-2.

Титратор может работать в комплекте с рХ-титрами и автоматическими бюретками.

В комплект поставки входят: кулонометр КЛ-2; блок автоматического титрования БАТ-17; два титровальных стенда (поставляются по требованию заказчика); две ячейки (герметичные); кабель для соединения выход БАТ-17 — выход УПРАВЛ. КЛ-2; два кабеля для соединения индикаторных электродов к БАТ-17; два стакана В-250ТС; два стакана НН-100ТС; точечные платиновые электроды ЭПС-1; генераторные электроды ЭГ-1; два фильтра ФКП20; пять предохранителей ПМ-0,5; паспорт; методические указания по поверке.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                              |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерения количества электричества, Кл                                                                                              | 0...999,9999                                                                       |
| Диапазон значений:                                                                                                                           |                                                                                    |
| электрохимического коэффициента пересчета количества электричества (Кл) в соответствующее абсолютное содержание вещества в пробе (мг), мг/Кл | 0...9,9999                                                                         |
| генераторного тока кулонометра, мА                                                                                                           | 0...99                                                                             |
| внешнего генераторного тока, интегрируемого кулонометром, мА                                                                                 | От 0,1 до 100                                                                      |
| потенциала поляризации, мВ                                                                                                                   | 0...999                                                                            |
| Допускаемая относительная погрешность измерения количества электричества кулонометром, %                                                     | ± 0,5                                                                              |
| Диапазон конечной точки титрования:                                                                                                          |                                                                                    |
| мкА                                                                                                                                          | 0...200                                                                            |
| мВ                                                                                                                                           | 0...2000                                                                           |
| рХ                                                                                                                                           | 0...20                                                                             |
| Диапазон значений зоны регулируемой генерации титрующего реагента:                                                                           |                                                                                    |
| мкА                                                                                                                                          | 0...50                                                                             |
| мВ                                                                                                                                           | 0...500                                                                            |
| рХ                                                                                                                                           | 0...5                                                                              |
| Выдержка времени конца титрования, с                                                                                                         | 2...45                                                                             |
| Допускаемая погрешность установки конечной точки титрования                                                                                  | 2...0,004 $E_0$ (где $E_0$ — установленные значения конечной точки титрования, мВ) |



|                                                                                                 |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Допускаемая относительная погрешность титрования на поверочных растворах, %                     | ± 2                               |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение результатов титрования на образцовых растворах, % | 1                                 |
| Питание — от сети переменного тока:                                                             |                                   |
| напряжение, В                                                                                   | 220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub> |
| частота, Гц                                                                                     | 50 ± 1 или 60 ± 1,2               |
| Потребляемая мощность, В · А                                                                    | 60                                |
| Габаритные размеры, мм:                                                                         |                                   |
| КЛ-2                                                                                            | 330 × 150 × 330                   |
| БАТ-17                                                                                          | 330 × 150 × 330                   |
| титровального стенда                                                                            | 200 × 180 × 370                   |
| Масса, кг:                                                                                      |                                   |
| КЛ-2                                                                                            | 8                                 |
| БАТ-17                                                                                          | 8                                 |
| титровального стенда                                                                            | 7,5                               |
| Наработка на отказ, ч                                                                           | 6200                              |
| Средний срок службы, лет                                                                        | 10                                |
| Условия эксплуатации:                                                                           |                                   |
| температура окружающего воздуха, °С                                                             | 10...35                           |
| относительная влажность окружающего воздуха, %                                                  | 80                                |
| давление, кПа                                                                                   | 84...106                          |

**Универсальный лабораторный кулонометрический анализатор жидкости "Редан".** Предназначен для определения количества вещества в пробе методом кулонометрического титрования электрогенерированным титрантом. Его можно использовать для определения содержания азота в виде иона аммония и иона хлора в растворах, воды в растворителях, а также для решения аналитических задач, основанных на реакциях осаждения, окисления — восстановления и нейтрализации.

Действие анализатора основано на генерации титранта с амперометрической или потенциометрической индикацией точки конца титрования и на последующем взаимодействии электрогенерированного титранта с определяемым компонентом.

Конструктивно прибор выполнен в виде четырех самостоятельных блоков (электронного блока, электрохимической ячейки, магнитной мешалки и самопишущего потенциометра). Электронный блок изготовлен в унифицированном каркасе УТК. Электрохимическая ячейка имеет оригинальную конструкцию.

Анализатор оснащен встроенным микропроцессором, работающим по жестко заданной программе и позволяющим выводить результаты анализа на цифровое табло в единицах количества электричества, массы или процентного содержания анализируемого компонента.

В комплект поставки прибора входят: электронный блок; электрохимическая ячейка; магнитная мешалка ММ-3М; два соединительных кабеля; комплект запасных частей, инструмента и принадлежностей; комплект самопишущего потенциометра КСП2-041; техническое описание и инструкция по эксплуатации; методические указания по поверке.



## Основные технические данные

Допускаемая относительная погрешность измерения, %:

|                                                                                                                              |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| содержания азота в виде иона аммония в поверочных растворах при его содержании в пробе от $4 \cdot 10^{-3}$ до 1,0 об. долей | $\pm 5$  |
| содержания воды в поверочных растворах при содержании в пробе:                                                               |          |
| от $4 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ об. долей                                                                          | $\pm 10$ |
| от $1 \cdot 10^{-2}$ до 5,0 об. долей                                                                                        | $\pm 7$  |
| содержания иона хлора в поверочных растворах при его содержании в пробе от $1 \cdot 10^{-2}$ до 1 об. доли                   | $\pm 5$  |

Допускаемая относительная погрешность измерения количества электричества в диапазоне измерения генераторного тока, %:

|                |           |
|----------------|-----------|
| 0,1 до 3 мА    | $\pm 1,5$ |
| от 3 до 100 мА | $\pm 0,5$ |

Диапазон измерения количества электричества, Кл

$1 \cdot 10^{-3} \dots 10$

Диапазон установки:

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| генераторного тока, мА                            | 0,1...100 |
| напряжения поляризации индикаторных электродов, В | 0,1...1,5 |
| тока поляризации индикаторных электродов, мкА     | 10...400  |

Габаритные размеры, мм:

|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| электронного блока         | $480 \times 300 \times 198$ |
| электрохимической ячейки   | $80 \times 110 \times 110$  |
| магнитной мешалки          | $164 \times 195 \times 480$ |
| самопишущего потенциометра | $400 \times 400 \times 367$ |

Масса, кг:

|                            |      |
|----------------------------|------|
| электронного блока         | 18   |
| электрохимической ячейки   | 0,18 |
| магнитной мешалки          | 3,6  |
| самопишущего потенциометра | 25   |

**Лабораторный прибор ЛФСВ-2.** Предназначен для измерения концентрации фенола в сточных водах. Принцип его действия заключается в двойной отгонке фенола из анализируемой пробы.

Прибор состоит из трех блоков — измерительного, блока автоматики и универсального источника питания.

Проба сточной воды, подщелоченная до  $pH = 12 \dots 14$ , подвергается отгонке. При этом с паром удаляются летучие примеси. Затем остаток пробы раскисляется серной кислотой, содержащей медный купорос (для осаждения сульфидов), до  $pH = 5 \dots 6$  и снова перегоняется. В конденсате определяется концентрация фенола кулонометрическим титрованием электрогенерированным бромом с амперометрической индикацией точки конца титрования. На отсчетном устройстве высвечивается содержание фенола. Все описанные операции, за исключением заливки пробы сточной воды, выполняются автоматически по заложенной в блок автоматики программе.

## Основные технические данные

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| Диапазон измеряемых концентраций фенола, мг/л                 | 0,01...0,1 |
| Допускаемая приведенная погрешность прибора при измерении, %: |            |



|                                                                                                                                                                           |                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| концентрации контрольных растворов фенола в дистиллированной воде                                                                                                         | $\pm 10$                    |
| концентрации фенола в сточной воде, %                                                                                                                                     | $\pm 15$                    |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение случайной составляющей приведенной погрешности при измерении концентрации фенола в контрольных растворах и сточных водах, % | $\pm 5$                     |
| Питание — от сети переменного тока:                                                                                                                                       |                             |
| напряжение, В                                                                                                                                                             | $220 \pm 22\%$              |
| частота, Гц                                                                                                                                                               | $50 \pm 1\%$                |
| Габаритные размеры, мм:                                                                                                                                                   |                             |
| измерительного блока                                                                                                                                                      | $530 \times 490 \times 760$ |
| блока автоматики                                                                                                                                                          | $420 \times 430 \times 850$ |
| Масса, кг:                                                                                                                                                                |                             |
| измерительного блока                                                                                                                                                      | 75                          |
| блока автоматики                                                                                                                                                          | 60                          |

**Лабораторный кулонометрический титрометр ИЛ1.** Предназначен для измерения содержания аммиака и ионов аммония в сточных водах. Принцип его действия основан на двойной отгонке анализируемой пробы: сначала из пробы анализируемой сточной воды, подкисленной до  $\text{pH} = 1...2$ , отгоняются летучие мешающие примеси, затем остаток пробы подщелачивается до  $\text{pH} = 12...14$  и снова отгоняется. Дистиллат, полученный в результате второй отгонки, подвергается кулонометрическому титрованию с фотометрической индикацией точки конца титрования. Все описанные операции, за исключением заливки пробы сточной воды, выполняются автоматически по заложенной в программном устройстве программе.

Прибор состоит из трех блоков — пробоподготовительной системы, программного устройства и счетчика времени титрования.

В комплект поставки входят: программное устройство; счетчик времени титрования; пробоподготовительная система; пять соединительных кабелей; комплект запасных частей и принадлежностей; комплект эксплуатационной документации.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                        |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Диапазон измеряемых содержаний аммиака и ионов аммония, мг/л                                                           | 3...100                      |
| Поддиапазоны измерения, мг/л                                                                                           | 3...30; 3...100              |
| Допускаемая приведенная погрешность прибора при измерении содержания аммиака и ионов аммония в поверочных растворах, % | $\pm 10$                     |
| Допускаемая случайная составляющая приведенная погрешность, %                                                          | 3                            |
| Габаритные размеры, мм:                                                                                                |                              |
| пробоподготовительная система                                                                                          | $1253 \times 580 \times 450$ |
| программное устройство                                                                                                 | $518 \times 500 \times 290$  |
| счетчик времени титрования                                                                                             | $518 \times 480 \times 210$  |



Масса, кг:

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| пробоподготовительная система | 80 |
| программное устройство        | 20 |
| счетчик времени титрования    | 20 |

Питание — от сети переменного тока:

|               |                   |
|---------------|-------------------|
| напряжение, В | $220^{+22}_{-33}$ |
| частота, Гц   | $50 \pm 1$        |

Условия эксплуатации:

|                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| температура окружающего воздуха, °С | 10...35 |
| относительная влажность воздуха, %  | 65...80 |

**Хронопотенциометр ХС-2.** Предназначен для научных исследований и контроля водных растворов минеральных удобрений, природных и сточных вод на содержание токсичных металлов. По климатическому исполнению и условиям применения прибор относится к группе 2 ГОСТ 22261-82.

Хронопотенциометр состоит из программируемого регулятора режимов, регистратора электрхимической информации, микрокалькулятора "Электроника МК-46" и первичного электрохимического преобразователя, соединенных между собой кабелями, и представляет собой устройство настольного типа, предназначенное для работы в лабораторных условиях.

Программируемый регулятор режимов поддерживает заданный электрический режим на электродах электрохимической ячейки, входящей в состав первичного электрохимического преобразователя, и в автоматическом режиме регистрирует переходное время хронопотенциограммы (зависимость потенциал—время). Регистратор электрохимической информации служит для хранения и индикации в цифровой и аналоговой формах получаемых хронопотенциограмм. Программирование работы регулятора и расчет искомых концентраций токсичных металлов по измеренным переходным временам осуществляется с помощью программируемого микрокалькулятора.

Хронопотенциометр реализует различные хронопотенциометрические методики, в частности метод инверсионной хронопотенциометрии, который характеризуется высокой чувствительностью, обусловленной концентрированием на основном (рабочем) электроде исследуемого вещества, при этом аналитический сигнал — переходное время — прямо пропорционален концентрации определяемых компонентов.

#### Основные технические данные

|                                                                                                        |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Диапазон определяемых концентраций тяжелых металлов (по свинцу) при времени накопления до 200 с, мкг/л | 2...1000    |
| Допускаемая основная относительная погрешность измерения в диапазоне от 10 до 1000 мкг/л, %            | $\pm 15$    |
| Допускаемое среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности хронопотенциометра, % | 10          |
| Потребляемая мощность, В · А                                                                           | $\leq 300$  |
| Средняя наработка на отказ (без ЭВМ), ч                                                                | $\geq 6000$ |
| Средний срок службы, лет                                                                               | $\geq 8$    |



Габаритные размеры, мм:

|                                               |             |
|-----------------------------------------------|-------------|
| программируемого регулятора режимов           | 490×536×170 |
| регистратора электрохимической информации     | 490×436×170 |
| первичного электрохимического преобразователя | 300×360×660 |
| микрокалькулятора "Электроника МК-46"         | 320×280×95  |

Масса, кг:

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| программируемого регулятора режимов           | 18  |
| регистратора электрохимической информации     | 18  |
| первичного электрохимического преобразователя | 20  |
| микрокалькулятора "Электроника МК-46"         | 2,5 |

**Базовый хронопотенциометр МБХ.** Предназначен для измерения переходного времени хронопотенциограмм при проведении электрохимических экспериментов в режимах заданных значений потенциала и тока с регистрацией и вводом в ЭВМ функциональных зависимостей потенциал – время, характеризующих различные электрохимические процессы. Принцип действия прибора в режиме инверсионной хронопотенциометрии с накоплением состоит в предварительном накоплении на основном электроде (при заданном потенциале в течение заданного времени) анализируемых металлов из раствора и последующем растворении накопленного вещества (металлов) заданным постоянным током. Токи накопления и растворения противоположны по знакам. Измеряемым параметром является время растворения анализируемого металла с поверхности основного электрода.

Хронопотенциометр работает следующим образом. В соответствии с управляющими сигналами устройства программирующий регулятор электрического режима поддерживает требуемый режим в ячейке первичного электрохимического преобразователя (накопление при заданном потенциале, растворение заданным током, вращение основного электрода с помощью электропривода). По сигналу устройства управления начинает функционировать формирователь сигналов в регистрирующем устройстве. Он формирует для измерителей переходного времени прямоугольные сигналы, соответствующие по длительности переходному времени  $t$  каждого из растворяемых (предварительно накопленных на рабочем электроде) компонентов.

Хронопотенциометр позволяет за один цикл измерения регистрировать в цифровой форме переходные времена трех компонентов. На световом табло устройства цифровой индикации высвечивается переходное время одного из компонентов (в зависимости от положения переключателя выбора компонента).

С помощью элементов задания и контроля программы устанавливаются длительность стадий накопления, успокоения, регенерации, а также напряжение и ток в ячейке. Вся работа программирующего устройства тактируется генератором временных интервалов.

Хронопотенциометр с помощью измерительной установки УИ-3 обеспечивает поддержание заданного электрического режима на электродах электрохимической ячейки, входящей в состав первичного электрохимического преобразователя ППЭ-8, и регистрирует переходное время хронопотенциограммы (зависимость "потенциал – время").

В комплект поставки прибора входят: измерительная установка УИ-3;



первичный электрохимический преобразователь ППЭ-3; цифровой вольтметр Ц1312; универсальный запоминающий осциллограф С8-13; паспорт; методические указания по поверке.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                              |                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Наибольшее выходное напряжение между основными и вспомогательными электродами, В                                                             | 10                                                         |
| Диапазон изменения:                                                                                                                          |                                                            |
| выходного тока в гальваностатическом режиме, А                                                                                               | $10^{-7} \dots 10^{-2}$                                    |
| заданного значения разности потенциалов между основным электродом и электродом сравнения, В                                                  | $-5 \dots +5$                                              |
| Максимальное время поддержания заданной разности потенциалов между основным электродом и электродом сравнения, с                             | 10 000                                                     |
| Максимальное переходное время, измеряемое хронопотенциометром, с                                                                             | $\geq 9,990$                                               |
| Отклонение разности потенциалов между основным электродом и электродом сравнения при изменении тока нагрузки от 0 до $1 \cdot 10^{-2}$ А, мВ | $\pm (2 + 0,001E)$ , где E - заданная разность потенциалов |
| Отклонение выходного тока в гальваностатическом режиме от заданного, %                                                                       | $\pm 10$                                                   |
| Допускаемая относительная погрешность прибора при измерении переходного времени, %                                                           | $\pm 1$                                                    |
| Хронопотенциометр обеспечивает возможность проведения электрохимических измерений при угловой скорости вращения основного электрода, рад/с   | 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600                           |
| Отклонение от номинальных значений, %:                                                                                                       |                                                            |
| для угловой скорости 50 рад/с                                                                                                                | $\pm 3$                                                    |
| для остальных скоростей                                                                                                                      | $\pm 1$                                                    |

**Универсальный полярограф ПУ-1.** Предназначен для качественного и количественного анализа растворов. Принцип его действия заключается в регистрации и последующей расшифровке полярограмм, представляющих зависимость тока, проходящего через электролитическую ячейку, от потенциала ртутно-капельного электрода.

Полярограф состоит из четырех блоков: собственно полярографа (измерительного блока), полярографического датчика ДП-2, двухкоординатного прибора ЛКД4-003, вольтметра с цифровым отсчетом Ф203.

В приборе предусмотрены следующие виды полярографии: постоянно-токовая (обычная и дифференциальная); переменнo-токовая с прямоугольной формой поляризующего напряжения; переменнo-токовая с синусоидальной формой поляризующего напряжения; импульсная дифференциальная; инверсионный режим с предварительным накоплением. Возможна непрерывная и таст-регистрация.

Полярограф может работать с тремя видами рабочих ртутных электродов — обычным ртутно-капельным, медленно капающим и стационарным. Применение медленно капающего электрода и наличие системы синхронизации позволяют



снимать полярограммы на каждой ртутной капле (подобно осциллографической полярографии), а использование стационарного электрода — вести анализ с предэлектролизом (накоплением) при перемешивании и без перемешивания раствора.

Прибор обеспечивает работу в двух- и трехэлектродном режиме электролитической ячейки и позволяет выполнять полярографирование при переменном и постоянном токе.

Запись полярограмм осуществляется на двухкоординатном компенсационном приборе ЛКД4-003. Электронный вольтметр с цифровым отсчетом позволяет проверять напряжение в различных точках и обеспечивать контроль поляризующего напряжения в процессе снятия полярограмм.

Полярограф размещают на столе размером  $1,5 \times 1$  м. Датчик устанавливают на кронштейне, вмонтированном в стену, в соответствии с правилами работы с ртутью в лабораторных условиях. В помещении не должно быть пыли и вредных газов. При определении низких концентраций растворов необходимо исключить попадание различных микропримесей из воздуха.

Измерительный блок и датчик не следует располагать вблизи мощных источников электромагнитных полей.

Нижние пределы измеряемых концентраций по кадмию в кислом или хлоридно-аммиачном фоне указаны в таблице 2.34.

Концентрации кадмия и меди и соотношения их концентраций, при которых полярограмма (пик или волна) кадмия выделяется на фоне полярограммы меди, указаны в таблице 2.35.

#### Основные технические данные

|                                                                                    |                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Пределы измерений, моль/л:                                                         |                                                                     |
| по кадмию                                                                          | $1 \cdot 10^{-3} \dots 5 \cdot 10^{-8}$                             |
| в инверсионном режиме с предварительным накоплением                                | $\leq 1 \cdot 10^{-9}$                                              |
| Чувствительность полярографа:                                                      |                                                                     |
| при постоянно-токовой полярографии, мВ/мкА                                         | 80                                                                  |
| при переменнo-токовой полярографии, мВ/нА                                          | 8                                                                   |
| Диапазон начального поляризующего напряжения, В                                    | $\pm 4$                                                             |
| Пределы установки напряжения, В:                                                   |                                                                     |
| ступенями                                                                          | 1...3                                                               |
| плавно                                                                             | $< 1$                                                               |
| Диапазон амплитуд напряжения развертки, В                                          | $0 \dots \pm 3$                                                     |
| Диапазон скоростей развертки в анодной и катодной областях, мВ/с                   | $0 \dots 105$                                                       |
| Допускаемая основная относительная погрешность скорости развертки, %:              |                                                                     |
| при скорости развертки 5 мВ/с и ниже                                               | $\pm 15$                                                            |
| при скорости развертки свыше 5 мВ/с                                                | $\pm 10$                                                            |
| Допустимая основная абсолютная погрешность установки амплитуд напряжения развертки | $\pm (40 \text{ мВ} + 0,02x)$ ,<br>где $x$ — значение амплитуды, мВ |
| Диапазон амплитуд переменных поляризующих напряжений, мВ                           | $0 \dots 110$                                                       |
| Дискретность установки амплитуды переменных поляризующих напряжений, мВ            | 1                                                                   |
| Диапазон измерения временных интервалов, с                                         | 1,1...990                                                           |
| Дискретность установки временных интервалов, с:                                    |                                                                     |



|                                         |             |
|-----------------------------------------|-------------|
| от 1 до 9,9 с                           | 0,1         |
| от 11 до 99 с                           | 1           |
| от 110 до 990 с                         | 10          |
| Размер поля записи, мм                  | 400×250     |
| Продолжительность непрерывной работы, ч | 8...16      |
| Уровень шумов и помех, мВ               | 4           |
| Напряжение тока питающей сети, В        | 220 ± 22    |
| Потребляемая мощность, В · А            | 60          |
| Габаритные размеры, мм:                 |             |
| полярнографа                            | 550×420×990 |
| датчика ДП-2                            | 180×280×950 |
| Масса, кг:                              |             |
| полярнографа                            | 20          |
| датчика ДП-2                            | 15          |
| Наработка на отказ, ч                   | ≥ 2500      |
| Условия эксплуатации:                   |             |
| температура окружающего воздуха, °С     | 10...35     |
| относительная влажность воздуха, %      | ≤ 80        |

#### 2.34. Нижние пределы измеряемых концентраций по кадмию

| Вид полярнографии                                              | Нижний предел определяемых концентраций по кадмию, моль/л | Среднее квадратическое отклонение определений (сходимость) |         |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|
|                                                                |                                                           | концентрация кадмия, моль/л                                | %       |
| Постоянно-токовая                                              | $1 \cdot 10^{-5}$                                         | $1 \cdot 10^{-3}$<br>$1 \cdot 10^{-4}$                     | 5<br>10 |
| Переменно-токовая:                                             |                                                           |                                                            |         |
| с прямоугольной формой поляризующего напряжения                | $5 \cdot 10^{-8}$                                         | $1 \cdot 10^{-6}$<br>$1 \cdot 10^{-7}$                     | 5<br>10 |
| при снятии полярнограмм на каждой ртутной капле                | $1 \cdot 10^{-6}$                                         | $1 \cdot 10^{-5}$                                          | 10      |
| при работе в инверсионном режиме с предварительным накоплением | $1 \cdot 10^{-9}$                                         | $1 \cdot 10^{-8}$                                          | 15      |
| с синусоидальной формой поляризующего напряжения               | $1 \cdot 10^{-6}$                                         | $1 \cdot 10^{-5}$                                          | 10      |

#### 2.35. Концентрации кадмия и меди и соотношения их концентраций, при которых полярнограмма кадмия выделяется на фоне полярнограммы меди

| Вид полярнографии                                                 | Концентрация, моль/л |                     | Соотношение концентраций кадмий: медь |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------------------------|
|                                                                   | кадмия               | меди                |                                       |
| Постоянно-токовая                                                 | $5 \cdot 10^{-5}$    | $5 \cdot 10^{-4}$   | 1:10                                  |
| Переменно-токовая с прямоугольной формой поляризующего напряжения | $5 \cdot 10^{-7}$    | $2,5 \cdot 10^{-3}$ | 1:5000                                |
| Инверсионный режим с предварительным накоплением                  | $5 \cdot 10^{-8}$    | $1,5 \cdot 10^{-3}$ | 1:30000                               |



В комплект полярографа также входит электронный вольтметр с цифровым отсчетом, позволяющий проверять напряжение в различных точках и обеспечивающий контроль поляризующего напряжения в процессе снятия полярограмм.

**Лабораторный специализированный полярограф ПЛС-1.** Предназначен для определения содержания электрохимически активных веществ в растворах. Анализы и исследования, проводимые с помощью прибора, основаны на регистрации и последующей расшифровке полярограмм, представляющих собой зависимость тока, проходящего через электролитическую ячейку, от потенциала ртутно-капельного электрода.

В полярографе предусмотрены следующие виды полярографии: постоянно-токовая (классическая); переменноточковая с прямоугольной формой поляризующего напряжения; инверсионная вольтамперометрия с предварительным накоплением, а также непрерывная и таст-регистрация.

Прибор работает с обычным ртутным капающим электродом и стационарным ртутным (электродом висящей капли), в качестве которого используется ртутный электрод клапанного типа. Возможны режим синхронизации полярографа, обеспечивающий снятие полярограмм на одной капле, работа с твердым электродом, с двух- и трехэлектродными электролитическими ячейками. Ртутно-капельный электрод может быть как с естественным, так и принудительным отрывом ртутной капли.

Встроенный цифровой индикатор обеспечивает непрерывный контроль одного из входных или выходных параметров. Полярограммы регистрируются на приборе следящего уравнивания КСП4.

При переменноточковой полярографии начальное напряжение и линейно изменяющееся напряжение (напряжение развертки) от соответствующих задатчиков через суммирующий усилитель подаются на один из входов компенсатора. На этот же вход подается и переменное поляризующее напряжение низкой частоты (25 Гц) прямоугольной формы.

На второй вход компенсатора подается напряжение обратной связи от электрода сравнения (при трехэлектродном режиме работы) или от вспомогательного электрода (при двухэлектродном режиме работы) электролитической ячейки, являющейся нагрузкой компенсатора. Компенсатор поддерживает заданное значение потенциала рабочего электрода (ртутной капли).

Ток электрической ячейки преобразуется в напряжение, которое селектируется, а затем усиливается усилителем импульсов. Селектор позволяет исключить влияние емкостных токов при использовании в качестве модулирующего напряжения импульсов прямоугольной формы.

Усиленные фазовым детектором импульсы преобразуются согласующими и парафазными усилителями в постоянное напряжение, которое через демпфирующий усилитель и контакты таст-реле подается на вход запоминающего усилителя, а с выхода последнего — на вход прибора следящего уравнивания.

Для предотвращения перегрузки усилителей в момент отрыва ртутных капель в полярографе предусмотрена блокировка селектора и фазового детектора.

При постоянно-токовой полярографии напряжение, пропорциональное току электролитической ячейки, подается через демпфирующий усилитель, контакты таст-реле и запоминающий усилитель на вход прибора следящего уравнивания, где записывается в виде постоянно-токовой обычной или таст-полярограммы.



Основные технические характеристики для различных видов полярографии и различных концентраций электрохимически активных веществ приведены в таблице 2.36.

2.36. Основные технические характеристики для различных видов полярографии и различных концентраций электрохимически активных веществ

| Вид полярографии                                | Нижний предел определяемых концентраций (по кадмию), моль/л | Концентрация (по кадмию), для которой нормируются метрологические параметры, моль/л | Допускаемое среднее квадратическое отклонение случайной составляющей относительной основной погрешности измерения, % | Допускаемая относительная основная погрешность измерения, % |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Постоянно-токовая                               | $1 \cdot 10^{-5}$                                           | $1 \cdot 10^{-3}$                                                                   | $\pm 6$                                                                                                              | $\pm 10$                                                    |
| Переменно-токовая                               | $5 \cdot 10^{-8}$                                           | $1 \cdot 10^{-4}$<br>$1 \cdot 10^{-5}$<br>$1 \cdot 10^{-6}$                         | $\pm 4$                                                                                                              | $\pm 8$                                                     |
| Переменно-токовая с предварительным накоплением | $1 \cdot 10^{-9}$                                           | $1 \cdot 10^{-7}$<br>$1 \cdot 10^{-8}$                                              | $\pm 10$<br>$\pm 12$                                                                                                 | $\pm 15$<br>$\pm 25$                                        |

В комплект поставки прибора входят: базовый блок ПЛС-1; датчик ДП-3; автоматический прибор следящего уравнивания КСП4-040 (допускается в комплект поставки вместо прибора КСП4-040 включать самопишущие приборы других типов, соответствующие техническим характеристикам комплекта); ртутный электрод клапанного типа РЭКТ; комплект запасных частей и принадлежностей; паспорт.

#### Основные технические данные

Диапазон концентраций, моль/л

по кадмию

с предварительным накоплением

$1 \cdot 10^{-3} \dots 5 \cdot 10^{-8}$   
 $1 \cdot 10^{-9}$

Диапазон начального поляризующего напряжения, В

$0 \dots \pm 3$

Диапазон амплитуды напряжения развертки (линейно изменяющегося напряжения), В

$0 \dots \pm 2$

Диапазон амплитуды импульсов переменного однополярного прямоугольного поляризующего напряжения, мВ

$0 \dots \pm 99$

Диапазон скоростей развертки в двух направлениях, мВ/с

$0 \dots 105$

Наработка на отказ (без учета прибора следящего уравнивания), ч

$\geq 6000$

Средний срок службы, лет

8

Потребляемая мощность (без учета прибора следящего уравнивания), В · А

60

Габаритные размеры, мм:

базового блока

$490 \times 400 \times 215$



Масса, кг:

базового блока  
датчика ДП-3

20

15

**Аппаратура ППЛ-1.** Предназначена для определения концентрации химических элементов (меди, свинца и некоторых других металлов) в водных растворах. Ее размещают в помещении химической лаборатории станции ЧИМ-10 (физико-химический канал к станции ЧИМ-10). Она работоспособна в условиях полевых и стационарных химических лабораторий.

Аппаратура позволяет проводить измерения концентрации химических элементов методом пленочной полярографии с накоплением на твердых электродах (метод ППН). Полярографические измерения осуществляются в трехэлектродном режиме работы электролитической ячейки. Возможна работа как с использованием вращающегося рабочего электрода, так и с использованием магнитной мешалки для перемешивания анализируемого раствора.

В качестве рабочего применен графитовый электрод, пропитанный органическими компаундами. Вспомогательным электродом и электродом сравнения служат соответственно электрод ЭТПЛ-01м и хлорсеребряный электрод ЭВЛ-1м.

Блок полярографа обеспечивает автоматическое и ручное управление циклами полярографических измерений.

В комплект поставки аппаратуры ППЛ-1 входят: полярограф (постоянного тока, автоматический, программный); регистратор; блок вращающегося электрода; рН-метр рН-340; стабилизатор напряжения С-016; графитовый электрод; вспомогательный электрод ЭТПЛ-01м; электрод сравнения ЭВЛ-1м; комплект запасных частей и принадлежностей; техническое описание и инструкция по эксплуатации.

#### Основные технические данные

Диапазон определяемых концентраций элементов в пробах растворов (по меди), моль/дм<sup>3</sup>  $1 \cdot 10^{-3} \dots 4 \cdot 10^{-6}$

Допускаемое среднее квадратическое относительное отклонение результата измерения концентрации свинца и меди для концентрации, %:

0,5...2 мкг/дм<sup>3</sup>  
< 0,5 мкг/дм<sup>3</sup>

15

25

Пределы установки заданного поляризующего напряжения, В

± 2

Погрешность установки начального потенциала рабочего электрода, мВ

± 10...± 50

Погрешность поддержания потенциала рабочего электрода, мВ

± 5...± 20

Выходное поляризующее напряжение, В

20

Потребляемая мощность, Вт

100

Габаритные размеры блока полярографа, мм

196×360×480

Масса блока полярографа, кг

25

**Полярографический анализатор РА-2.** Предназначен для качественного и количественного анализа растворов на содержание электроактивных веществ деполаризаторов (ионы металлов, анионы ряда кислот, органические вещества).



Принцип его действия заключается в регистрации и последующей расшифровке полярограмм, представляющих собой зависимость тока, проходящего через измерительную ячейку, от потенциала ртутно-капельного электрода. Предусмотрены следующие режимы работы прибора: постоянно-токовая полярография; таст-полярография; дифференциальная импульсная полярография; инверсионная вольтамперометрия.

Анализатор состоит из собственно измерительного блока и двухкоординатного самописца ХУ-4103 и может поставляться с ротационным дисковым электродом РДЕ.

В комплект поставки входят: полярографический анализатор РА-2; координатный самописец ХУ-4103; ротационный дисковый электрод РДЕ (по спецзаказу); штатив с ячейкой; комплектующие детали; комплект запасных частей и принадлежностей; техническая товаросопроводительная документация на анализатор РА-2, координатный плоскостной самописец ХУ-4103 и ротационный дисковой электрод РДЕ.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                                 |                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Диапазон измерения концентраций, моль/л                                                                                                         | $1 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-7}$                   |
| Основная относительная погрешность в диапазоне концентраций $1 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-6}$ моль/л, %                                   | $\pm 5$                                                   |
| Среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности в диапазоне концентраций $1 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-6}$ моль/л, % | $\pm 2,5$                                                 |
| Погрешность установления начального поляризующего напряжения, мВ                                                                                | $\pm 5 \pm 1$ % установленного значения                   |
| Погрешность скорости развертки поляризующего напряжения, %                                                                                      | $\pm 5$ (при $v > 5$ мВ/с);<br>$\pm 8$ (при $v < 5$ мВ/с) |
| Погрешность установки диапазона развертки поляризующего напряжения, мВ                                                                          | $\pm 20 + 1,5$ % установленного значения                  |
| Погрешность задания времени электрохимического накопления вещества, %                                                                           | $\pm 2$                                                   |
| Стабильность выходного напряжения полярографа за 2 ч работы, мВ                                                                                 | 1                                                         |
| Питание от сети переменного тока:                                                                                                               |                                                           |
| напряжение, В                                                                                                                                   | 220                                                       |
| частота, Гц                                                                                                                                     | 50                                                        |
| Потребляемая мощность, В · А                                                                                                                    | 15                                                        |
| Габаритные размеры, мм                                                                                                                          | 488×490×503                                               |
| Масса, кг                                                                                                                                       | 22                                                        |

**Инверсионный вольтамперометрический анализатор ИВА-1.** Предназначен для определения концентрации ионов тяжелых металлов (кадмия, свинца и меди) в морских, поверхностных и очищенных сточных водах и представляет собой полярограф, в основу действия которого положен метод инверсионной вольтамперометрии с накоплением.

Прибор конструктивно состоит из трех блоков: измерительного планшетного двухкоординатного потенциометра ПДП4-002, электрохимической ячейки с магнитной мешалкой ММЗМ. Функционально анализатор включает блоки разверток, компенсаций и усиления, времени, управления, электрохимической ячейки, магнитной мешалки, регистратора ПДП4.



Начальное и линейно изменяющееся напряжение от соответствующих задатчиков через суммирующий усилитель подается на один из выходов компенсатора. На второй вход компенсатора поступает напряжение обратной связи с вспомогательного электрода или с электрода сравнения электролитической ячейки, являющейся нагрузкой компенсатора. Компенсатор поддерживает заданное значение потенциала электрода. Ток ячейки преобразуется преобразователем ток — напряжение в пропорциональное ему по значению напряжение, которое подается на вход регистратора ПДП4.

Управление магнитной мешалкой и потенциометром-регистратором, а также отработка режимов осуществляются автоматически.

В комплект поставки входят: измерительный блок; электрохимическая ячейка; комплект планшетного двухкоординатного потенциометра ПДП4; комплект магнитной мешалки ММЗ; комплект запасных частей и принадлежностей; паспорт; инструкция по поверке.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                                        |                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Диапазон определяемых концентраций по кадмию $\text{Cd}^{2+}$ в кислом $0,1\text{N HCl}$ фоне, моль/л                                                  | $1 \cdot 10^{-7} \dots 5 \cdot 10^{-10}$ |
| Допускаемая относительная погрешность определения концентрации в диапазоне от $1 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-9}$ моль/л, %                         | 15                                       |
| Сходимость определения концентраций, характеризуемая пределом относительного среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности, % | 10                                       |
| Селективность анализатора по кадмию $\text{Cd}^{2+}$ в присутствии свинца Pb                                                                           | $\geq 1:100$                             |
| Питание от сети переменного тока:                                                                                                                      |                                          |
| напряжение, В                                                                                                                                          | $220 \pm 10$                             |
| частота, Гц                                                                                                                                            | 50                                       |
| Потребляемая мощность (без ПДП4 и магнитной мешалки), В · А                                                                                            | $\leq 50$                                |

**Кислородомер КЛ-115.** Предназначен для определения содержания растворенного кислорода в пробах сточных вод и в воде лабораторных установок, не образующих осадки и пленки на поверхности электрода. В основу действия прибора положен амперометрический метод с применением электрохимической ячейки.

Конструктивно кислородомер состоит из измерительного устройства (датчика) и вторичного прибора (преобразователя). Измерительное устройство включает в себя электрод (датчик), блок вертикального перемещения, блок гидродинамической стабилизации (мешалку) и регулятор скорости мешалки.

Вторичный прибор (преобразователь) состоит из входного усилителя, блоков измерения (согласования), аналогового преобразователя, управления, цифровой индикации и питания.

#### Основные технические данные

Диапазоны измерения концентрации кислорода, растворенного в воде:



|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| мг/л                                                                                                    | 0...10; 0...50                                                                                                                                                                                            |
| % O <sub>2</sub> *                                                                                      | 0...100; 0...500                                                                                                                                                                                          |
| Диапазон измерения температуры воды, °С                                                                 | 0...40                                                                                                                                                                                                    |
| Допускаемая основная абсолютная погрешность прибора при измерении концентрации кислорода для диапазона: |                                                                                                                                                                                                           |
| от 0 до 10 мг/л                                                                                         | $\Delta = (0,2 + 0,01X)$ при $0 \leq X \leq 10$                                                                                                                                                           |
| от 0 до 50 мг/л                                                                                         | $\Delta = (0,2 + 0,02X)$ при $0 \leq X \leq 50$ (где $\Delta$ — допускаемая основная абсолютная погрешность, мг/л; $X$ — концентрация кислорода, растворенного в воде, мг/л)                              |
| от 0 до 100 %                                                                                           | $O_2 \Delta = (2 + 0,01X)$ при $0 \leq X \leq 100$                                                                                                                                                        |
| от 0 до 500 %                                                                                           | $O_2 \Delta = (2 + 0,02X)$ при $0 \leq X \leq 500$ (где $\Delta$ — допускаемая основная абсолютная погрешность, % O <sub>2</sub> ; $X$ — концентрация кислорода, растворенного в воде, % O <sub>2</sub> ) |
| Потребляемая мощность, В · А                                                                            |                                                                                                                                                                                                           |
| Питание прибора от сети переменного тока:                                                               |                                                                                                                                                                                                           |
| напряжение, В                                                                                           | 220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub>                                                                                                                                                                         |
| частота, Гц                                                                                             | 50 ± 1                                                                                                                                                                                                    |
| Габаритные размеры, мм:                                                                                 |                                                                                                                                                                                                           |
| измерительного устройства                                                                               | 350×320×150                                                                                                                                                                                               |
| преобразователя                                                                                         | 320×320×150                                                                                                                                                                                               |
| Масса, кг:                                                                                              |                                                                                                                                                                                                           |
| измерительного устройства                                                                               | 2,5                                                                                                                                                                                                       |
| преобразователя                                                                                         | 5,5                                                                                                                                                                                                       |

\* % O<sub>2</sub> — концентрация кислорода в растворе, выраженная в процентах от концентрации кислорода в том же растворе при полном насыщении его кислородом воздуха.

**Кислородомер К-215.** Предназначен для измерения концентрации кислорода, растворенного в воде, не образующей осадка и пленки на поверхности электрода. В основу действия прибора положен амперометрический метод с применением электрохимической ячейки.

В состав кислородомера входят измерительное устройство и вторичный прибор (преобразователь). Измерительное устройство состоит из двух частей (труб) — арматуры, в нижней части которой установлен измерительный электрод, и привода, скрепленных между собой скобами.

Преобразователь имеет блочно-модульное исполнение и включает входной усилитель, блок измерения, аналоговый преобразователь, блок управления, блок индикации и блок питания.

Измерительное устройство — погружного и магистрального типа — реагирует на парциальное давление растворенного в воде кислорода.



В комплект поставки прибора входят: преобразователь; измерительное устройство; комплект запасных частей и принадлежностей; паспорт; методика поверки.

#### Основные технические данные

Диапазоны измерения концентрации растворенного в воде кислорода:

|                    |         |
|--------------------|---------|
| мг/л               | 0...20  |
| % O <sub>2</sub> * | 0...200 |

Допускаемая основная приведенная погрешность, % диапазона измерения  $\pm 2,5$

Пределы выходных сигналов постоянного тока и напряжения:

|                                                                               |          |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------|
| нижний для всех выходных сигналов, мА (или мВ)                                | 0        |
| верхние                                                                       |          |
| по постоянному току для нагрузок сопротивлением до 2 кОм, мА                  | 5        |
| по напряжению постоянного тока для нагрузок сопротивлением 200 Ом и более, мВ | 10...100 |
| по напряжению постоянного тока для нагрузок с сопротивлением 2 кОм и более, В | 10       |

Питание от источника переменного тока:

|               |                           |
|---------------|---------------------------|
| напряжение, В | $220^{+10}_{-15}$         |
| частота, Гц   | $50 \pm 1$ или $60 \pm 1$ |

Габаритные размеры, мм:

|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| измерительного устройства | 250×130×150; |
| преобразователя           | 215×380×170  |

Масса, кг:

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| измерительного устройства | 9,5 |
| преобразователя           | 7,0 |

\* % O<sub>2</sub> — концентрация кислорода в воде, выраженная в процентах от концентрации кислорода в той же воде при полном насыщении ее кислородом воздуха.

**Кислородомер К-216.** Предназначен для измерения содержания кислорода, растворенного в воде. В основу действия прибора положен амперометрический метод.

Кислородомер представляет собой измерительную систему, состоящую из кислородомеров К-215 с измерительным устройством магистрального типа, прибора СП2-602-ОМ4 (СП2-652-ОМ4) и коммутатора. Его выпускают в трех модификациях (К-216-1, К-216-2, К-216-3), различающихся числом входящих в комплект кислородомеров К-215 (модификации К-216-1 и К-216-3 комплектуются двумя кислородомерами К-215, а модификация К-216-2 — четырьмя кислородомерами К-215).

Электродная система измерительного устройства закрыта газопроницаемой мембраной и реагирует на парциальное давление растворенного в воде кислорода.

Кислородомер К-215 преобразовывает диффузионный ток электродной



системы в унифицированный выходной сигнал постоянного тока. Выходной сигнал кислородомера К-215 подается на вход прибора СП2-602-ОМ4 (СП2-656-ОМ4), на диаграммной ленте которого фиксируется изменение содержания растворенного в воде кислорода.

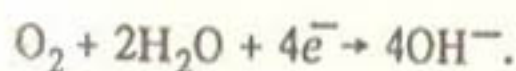
#### Основные технические данные

|                                                                                                                                                                                         |                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Диапазон измерения концентрации растворенного в воде кислорода, % $O_2^*$                                                                                                               | 0...200                                            |
| Допускаемая основная абсолютная погрешность, % $O_2$ предела измерения                                                                                                                  | $\pm 5$                                            |
| Допускаемое изменение показаний за 8 ч непрерывной работы в любой точке диапазона измерения при одном и том же содержании кислорода в анализируемой воде, характеризующего стабильность | 0,5 от допускаемой основной абсолютной погрешности |
| Температура окружающего воздуха, °C                                                                                                                                                     | 2...50                                             |
| Относительная влажность окружающего воздуха при температуре 35 °C                                                                                                                       | $\leq 80$ % (без конденсации влаги)                |
| Температура анализируемой воды, °C                                                                                                                                                      | 1...30                                             |

\* %  $O_2$  — содержание кислорода в той же воде при полном насыщении ее кислородом воздуха.

**Анализатор растворенного в воде кислорода.** Предназначен для измерения в лабораторных условиях концентрации растворенного кислорода в пробах воды рек, озер, водохранилищ. В основу его действия положен амперометрический метод, в соответствии с которым сила тока, протекающего через ячейку, пропорциональна концентрации растворенного кислорода в анализируемой среде при потенциалах катода от 0 до 0,8 В.

Первичный преобразователь растворенного в воде кислорода представляет собой полярографическую ячейку с твердыми электродами (анод—серебро, катод—платина), погруженными в раствор электролита и отделенными от исследуемого раствора газопроницаемой мембраной. При постоянном напряжении, наложенном на электроды (0,6 В), сила тока, протекающего через ячейку, зависит от концентрации растворенного кислорода и пропорциональна этой концентрации, поскольку ток обусловлен протеканием реакции восстановления кислорода на платиновом катоде:



Анализатор представляет собой цифровое измерительное устройство с блоком термостатирования первичного преобразователя и размещен в каркасе из ряда системы ГСП УТК. На его передней панели находятся цифровое табло, обзорные окна для наблюдения за анализируемой пробой и ее температурой и органы управления, а на задней — предохранители и разъем для подключения анализатора к ЦПУ. Ниже боковой панели устанавливают гальванический элемент 373 и первичный преобразователь растворенного в воде кислорода.



## Основные технические данные

|                                                                      |                             |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Диапазон измерения концентрации растворенного в воде кислорода, мг/л | 0...20                      |
| Допускаемая основная приведенная погрешность, %                      | $\pm 1,5$                   |
| Время установления рабочего режима анализатора, ч                    | $\leq 1$                    |
| Время измерения, мин                                                 | $\leq 3$                    |
| Непрерывный режим работы, ч                                          | 24                          |
| Наработка на отказ, ч                                                | $\geq 2000$                 |
| Срок службы, лет                                                     | $\geq 5$                    |
| Питание от сети переменного тока:                                    |                             |
| напряжение, В                                                        | $220 \pm 10 \%$             |
| частота, Гц                                                          | $50 \pm 1$                  |
| Потребляемая мощность, В · А                                         | $\leq 250$                  |
| Габаритные размеры, мм                                               | $317 \times 147 \times 317$ |
| Масса, кг:                                                           |                             |
| без запасных частей и принадлежностей                                | $\leq 20$                   |
| в полном комплекте поставки                                          | $\leq 22$                   |

**Портативный анализатор растворенного в воде кислорода АРКП.** Предназначен для измерения содержания растворенного кислорода непосредственно на месте отбора проб в водах рек, озер и водохранилищ на глубине до 2 м. В основу действия прибора положен амперометрический метод, при котором ток, протекающий через электролитическую ячейку первичного преобразователя, линейно связан с концентрацией кислорода в анализируемой среде при потенциале на катоде 0,55...0,65 В.

Анализатор состоит из двух основных частей: измерительного устройства с цифровым выходом и первичного преобразователя, подключенного к измерительному устройству с помощью вилки с радиочастотным кабелем. На передней панели измерительного устройства размещены органы управления работой прибора.

Анализатор может работать как от автономного источника постоянного тока напряжением 5 В, так и от сети переменного тока напряжением 220 В через зарядное устройство.

Первичный преобразователь состоит из центрального платинового и вспомогательного хлорсеребряного электродов, которые впаяны в стеклянную гильзу и образуют блок электродов. Блок электродов помещен в корпусе, на торце которого расположены газопроницаемые мембраны, закрепляемые гайкой с прокладками. Внутри корпуса находится фосфатный буферный раствор. Кислород из анализируемой среды диффундирует к платиновому электроду (катоде), в результате чего протекает электрохимическая реакция восстановления кислорода в соответствии с уравнением  $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ .

Для температурной компенсации используется термистор, выходной сигнал с которого поступает в цепь измерительного устройства.

Пробу в зоне первичного преобразователя перемешивает магнитная мешалка, приводимая в движение электрическим током от автономного источника питания. Термистор и катушка магнитной мешалки укреплены на специальном стекле, защищающем первичный преобразователь от случайного повреждения.



В комплект поставки анализатора входят: измерительное устройство; первичный преобразователь; запасные части (первичный преобразователь, шесть прокладок, шесть колец, пятьдесят мембран); инструменты и принадлежности (отвертка 7810-0311 H12.X1, шприц А-1, футляр, две бутылки для дистиллированной воды, два стакана, флакон для электролита, зарядное устройство, термометр ТЛ-6 З-Б2); материалы (обеззоленные фильтры, синяя лента, упаковка); эксплуатационная документация (паспорт, методические указания по поверке).

#### Основные технические данные

|                                                               |                                                    |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Диапазон измерения, мг/л                                      | 0...20                                             |
| Допускаемая основная абсолютная погрешность, мг/л             | $\pm 0,5$                                          |
| Время установления показаний, мин                             | 3                                                  |
| Вероятность безотказной работы за 2000 ч                      | 0,8                                                |
| Питание анализатора, В:                                       |                                                    |
| от сети переменного тока напряжением                          | $220 \pm 22$                                       |
| от автономного источника постоянного тока напряжением         | $5 \pm 0,5$                                        |
| Габаритные размеры измерительного устройства, мм              | $(197 \pm 5) \times (125 \pm 5) \times (75 \pm 5)$ |
| Масса анализатора (без запасных частей и принадлежностей), кг | 2,5                                                |

**Анализатор "Оксимет-1".** Предназначен для измерения концентрации растворенного кислорода в поверхностных водах, рыбоводных прудах, очистных сооружениях сточных вод, а также для измерения температуры воды. Прибор по конструкции является переносным, имеет брызгозащищенное исполнение и состоит из первичного и измерительного преобразователей, соединенных между собой герметичным кабелем, и источника питания. Для защиты от механических повреждений он помещен в футляр из искусственной кожи.

В основу измерения концентрации кислорода в воде положен амперометрический метод. В первичном преобразователе происходит электрохимическое восстановление кислорода, диффундирующего на катод преобразователя через газопроницаемую полимерную мембрану. Генерируемый при этом электрический ток пропорционален (при условии постоянства температуры) концентрации кислорода в исследуемой воде.

Температуру исследуемой воды определяет термистор, включенный в мостовую схему.

#### Основные технические данные

|                                                            |                 |
|------------------------------------------------------------|-----------------|
| Диапазон измерения:                                        |                 |
| концентрации кислорода, мг/л                               | 0...30          |
| температуры, °C                                            | 0...30          |
| Поддиапазоны измеряемых концентраций кислорода, мг/л       | 0...15 и 0...30 |
| Допускаемая основная приведенная погрешность измерения, %  | $\pm 4$         |
| Вариация показаний, %                                      | $\pm 2$         |
| Нестабильность показаний анализатора в течение 5 сут, %    | 2               |
| Допускаемая основная абсолютная погрешность термометра, °C | $\pm 0,5$       |



Дополнительная погрешность измерения (в долях от основной приведенной погрешности):

|                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| температуры анализируемой воды на каждые 5° температуры $20 \pm 0,2$ °С     | $\leq 1,0$ |
| температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С температуры $20 \pm 0,2$ °С | $\leq 0,8$ |
| содержание солей в воде от 0 до 2 г/л                                       | $\leq 0,5$ |

Условия эксплуатации анализатора:

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| температура окружающего воздуха, °С                                  | -10...+50 |
| относительная влажность окружающего воздуха при температуре 35 °С, % | $\leq 95$ |
| температура анализируемой воды, °С                                   | 0...30    |
| содержание солей в анализируемой воде, г/л                           | 0...2     |
| pH анализируемой воды, ед. pH                                        | 4...12    |

Питание прибора — автономное от восьми элементов типа 343 или 343А напряжением, В 12...9

**Портативный измеритель концентрации кислорода и температуры (термооксиметр).** Предназначен для определения концентрации кислорода и температуры в поверхностных водах, очистных сооружениях сточных вод, рыбоводных прудах, различных промышленных водах и состоит из разработанного в Таллинском политехническом институте модернизированного датчика концентрации кислорода, датчика температуры и вторичного прибора. Датчики кислорода и температуры соединены в единый узел преобразователя. Датчики концентрации кислорода являются по своим метрологическим характеристикам взаимозаменяемыми.

Термооксиметр имеет автономное питание (4 элемента "316"), снабжен ремешком для переноски и размещен в защитном кожухе из искусственной кожи. В кожухе есть отдельный отсек для узла преобразователей и соединительного кабеля. Усовершенствованный вторичный прибор отличается повышенной надежностью и малым потреблением тока, не превышающим 2 мА.

Датчик концентрации кислорода не требует в течение всего срока службы никаких операций обслуживания, кроме периодической очистки поверхности мембраны. В комплект термооксиметра входит запасной датчик. Средний срок службы датчика концентрации кислорода при правильной эксплуатации — не менее 2 лет.

При замене датчиков концентрации кислорода не требуется перестройки вторичного прибора.

#### Основные технические данные

Пределы измерения:

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| растворенный кислород, мг/л | 0...10; 0...20 |
| температура воды, °С        | 0...40         |

Температурная компенсация — автоматическая в диапазоне температуры анализируемой воды, °С 0...35

Основная приведенная погрешность измерения концентрации кислорода, %  $\pm 4,0$

Основная абсолютная погрешность измерения температуры, °С  $\pm 1,0$



Время установления показаний, мин:

|                                             |                               |
|---------------------------------------------|-------------------------------|
| температуры                                 | 2,0                           |
| концентрации кислорода                      | 3,0                           |
| Масса рабочего комплекта, кг                | 1,6                           |
| Габаритные размеры измерительного блока, мм | 80×88×168                     |
| Длина соединительного кабеля, м             | 5,0; 25,0 (по особому заказу) |

Изготовитель — фирма "САНАР" (г. Таллинн).

**Портативный измеритель концентрации кислорода и температуры Н20-ИОА.**  
Предназначен для измерения температуры воды и концентрации растворенного в воде кислорода. В основу его действия положено использование электрохимического преобразователя концентрации кислорода. Преобразователь концентрации кислорода вырабатывает сигнал постоянного тока, который при данной температуре пропорционален концентрации растворенного кислорода. Выходной сигнал преобразователя концентрации кислорода поступает на усилитель, а с выхода усилителя — на показывающий прибор.

Чувствительность преобразователя концентрации кислорода резко возрастает с повышением температуры контролируемой среды. Для нейтрализации этой зависимости в приборе применена автоматическая температурная коррекция, обеспечивающая заданную точность измерения кислорода при изменении температуры водной среды в пределах 0...35 °С. Преобразователь температурной коррекции соединен с усилителем таким образом, что выходной сигнал усилителя пропорционален концентрации кислорода и практически не зависит от температуры.

Преобразователь измерения температуры формирует сигнал постоянного напряжения, изменяющегося пропорционально изменению температуры. Это напряжение после усилителя поступает на показывающий прибор.

Конструктивно измерительный блок (Н20-ИПА) представляет собой прямоугольный параллелепипед из ударопрочного полистирола. На циферблате прибора нанесены две равномерные шкалы — 0...10 и 0...40. По первой шкале отсчитывают показания при работе прибора в режиме 0...10 °С, по второй — в режиме 0...40 °С.

Термооксиметр сохраняет метрологические характеристики в нормированных пределах после тряски с ускорением 30 м/с<sup>2</sup> при частоте ударов в минуту от 0 до 120 в предельных климатических условиях транспортирования (при атмосферном давлении в пределах 860...1060 гПа, температуре окружающего воздуха от -10 до +50 °С и относительной влажности воздуха 95 % при температуре 30 °С) и при повышенной запыленности.

#### Основные технические данные

|                                                                       |        |
|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| Диапазон измерения температуры воды, °С                               | 0...35 |
| Диапазон измерения концентрации кислорода, растворенного в воде, мг/л | 0...20 |

Изготовитель — Эстония.



**Портативный анализатор кислорода и температуры АЖА-101.** Предназначен для измерения концентрации растворенного в природных и сточных водах кислорода и температуры этих вод. Его рекомендуется использовать для контроля качества воды непосредственно в реках, озерах, прудах рыбохозяйственного назначения, водохранилищах, а также поступающей на мелиоративные системы, можно применять для контроля эффективности работы очистных сооружений различных отраслей промышленности.

Анализатор выполнен в виде полевого прибора и состоит из измерительного преобразователя и датчика, соединенных кабелем. В нем предусмотрена автоматическая термокомпенсация тока датчика. В зависимости от типа датчика выпускают различные модификации прибора.

#### Основные технические данные

Диапазон измерений:

концентрации растворенного кислорода

мг/л

%

температуры воды, °С

0...20; 0...50

0...500; 0...200

0...50

Допустимая погрешность измерения:

концентрации кислорода, %

температуры, °С

от  $\pm 0,5$  до 5

$\pm 0,5$

Диапазон автоматической термокомпенсации, °С

0...50

Питание

Автономное или от  
сети переменного  
тока ( $220^{+10}_{-15}$  В)

Габаритные размеры, мм:

преобразователя

датчика (диаметр)

215×172×65

20×130

Масса, кг

1,6

Разработчик — ВНИИВО, Украина. Изготовитель — ПО "Измеритель".

## 2.6. БИОИНДИКАТОРЫ

Биологической индикацией в соответствии с СТ СЭВ 5184—85 называют оценку качества воды по содержанию водных организмов, являющихся индикаторами ее загрязненности.

К биоиндикаторам относят живые организмы, наличие которых в водных объектах служит показателем какого-либо естественного процесса или присутствия некоторых загрязняющих веществ, обусловленного хозяйственной деятельностью человека. В качестве биоиндикатора практически используют все группы организмов, населяющих водоемы и водотоки: планктонные и бентосные беспозвоночные, простейшие водоросли, макрофиты, бактерии и рыбы. При выборе биоиндикатора исходят из конкретных задач биоиндикации.

В индикации изменения качества воды в результате евтрофирования водных объектов ведущая роль принадлежит водорослям. Зоопланктон в этом случае менее показателен, однако значение его достаточно велико, особенно при контроле качества воды озер и водохранилищ. При оценке загрязненности водного объекта непосредственно в момент отбора проб воды успешно применяют экспресс-мето-



ды по определению простейших организмов. Биоиндикатором (часто единственным) загрязнения донных отложений и придонного слоя воды является зообентос. Хорошие результаты дает биоиндикация водных объектов по личинкам насекомых. При обследовании водных объектов с целью обоснования размещения сети пунктов контроля их загрязнения используют макрофиты. Хорошим биоиндикатором загрязнения органическими и токсичными веществами служат бактерии.

Биологическое тестирование — это оценка качества воды по ответным реакциям водных организмов, являющихся тест-объектами.

При биотестировании степень токсического действия физических, химических и биологических неблагоприятных свойств среды, потенциально опасных для живых организмов экосистемы, определяют в лабораториях или натуральных условиях путем регистрации изменений биологически значимых показателей исследуемых водных объектов с последующей оценкой их состояния в соответствии с выбранным критерием токсичности.

**Биологический сигнализатор токсичности сточных вод по реакции ухода рыб в безопасную зону СБ-1.** Предназначен для непрерывного автоматического контроля токсичности сточных вод, сбрасываемых в водные объекты. Конструктивно прибор состоит из следующих основных блоков: водоподготовки, биоблока, управления и сигнализации, коммуникаций, подводящих сточную и чистую воды к биосигнализатору и отводящих ее.

Биоблок имеет два проточных рабочих аквариума, в которые помещают по 3...5 рыб, и один резервный — для содержания запасных рыб. В рабочих аквариумах установлены электроды отпугивающего поля, препятствующие самопроизвольному уходу рыб, и датчики, регистрирующие уход рыб из зоны поступления токсичных вод в безопасную, где происходит дополнительное разбавление сточной воды чистой для предупреждения гибели рыб.

Блок водоподготовки обеспечивает постоянную скорость потока воды через аквариумы биоблока и необходимое разбавление остротоксичных сточных вод чистой водой.

Блок управления принимает сигналы датчиков, формирует сигнал "Токсично" после ухода трех рыб в безопасную зону за заданный промежуток времени, а после сигнала "Токсично" включает промывку аквариума, находившегося в режиме "Работы", чистой водой, переключает передачу сточной воды в аквариум, находившийся в режиме "Отдыха". Прием изменения режима работы аквариумов используется и для предотвращения привыкания рыб к низким концентрациям токсичных веществ, содержащихся в сточной воде.

Сигнализатор СБ-1 рекомендуется применять для контроля токсичности сточных вод предприятий анилинокрасочной промышленности, производства пестицидов, синтетических моющих средств, синтетического каучука, химико-фармацевтической промышленности и других, сточные воды которых содержат аминсоединения, нитросоединения, фенолы, альдегиды, ПАВ, активный хлор, медь, железо и т. п. Прибор может работать в автономном режиме или в составе автоматизированных систем контроля сброса сточных вод.

#### Основные технические данные

Размер рыб, см  
Объем аквариума, л:

10...15



|                                                                                                                      |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| рабочего                                                                                                             | 27      |
| резервного                                                                                                           | 75      |
| Расход чистой или контролируемой воды, протекающей через один аквариум, а также подаваемой в зону за датчиком, л/мин | 3       |
| Расход чистой воды в режиме промывки, л/мин                                                                          | 5       |
| Напряжение на электродах отпугивающего поля, В                                                                       | 0...15  |
| Периодичность переключения аквариумов в режиме попеременного переключения (с дискретностью 6 ч), ч                   | 24...48 |
| Габаритные размеры, мм:                                                                                              |         |
| высота                                                                                                               | 1650    |
| длина                                                                                                                | 1345    |
| ширина                                                                                                               | 445     |

Изготовитель — НПО "Гидроимпульс".

**Биологический сигнализатор токсичности сточных вод по реакции закрывания створок раковины моллюсков СБ-2.** Предназначен для непрерывного контроля токсичности сточных вод, сбрасываемых в водные объекты. Конструктивно прибор состоит из следующих основных блоков: водоподготовки, биоблока, управления и сигнализации, коммуникаций, подводящих сточную и чистую воду к биосигнализатору и отводящих ее.

Биоблок имеет два проточных рабочих аквариума и один резервный для содержания запасных моллюсков. В каждом рабочем аквариуме размещено по 10 ячеек с закрепленными в них моллюсками, которые проволоочной тягой соединены с датчиками.

Блок водоподготовки обеспечивает постоянную скорость потока воды через аквариумы биоблока и необходимое разбавление остротоксичных сточных вод чистой водой.

Блок сигнализации принимает сигналы от датчиков, суммирует их и, когда раковины закрываются у 80 % моллюсков, вырабатывает сигнал "Токсично". При этом прекращается подача контролируемой воды в аквариум, находившийся в режиме "Работы", и через определенное время переключается на второй аквариум, находившийся в режиме "Отдыха". Прием изменения режима работы аквариумов используют и для предотвращения привыкания моллюсков к низким концентрациям токсичных веществ, содержащихся в сточной воде.

Сигнализатор СБ-2 рекомендуется для контроля токсичности сбросов сточных вод предприятий химической, металлургической, машиностроительной, металлообрабатывающей промышленности, содержащих ионы тяжелых металлов, некоторые amino- и нитросоединения, формальдегид, ПАВ, активный хлор и др. Прибор может работать автономно или в составе автоматизированных систем контроля сброса сточных вод.

#### Основные технические данные

|                                            |        |
|--------------------------------------------|--------|
| Размер моллюсков, см                       | 5...10 |
| Объем аквариумов, л:                       |        |
| рабочего                                   | 28     |
| резервного                                 | 16     |
| Расход контролируемой и чистой воды, л/мин | 0,5    |



|                                                                |         |
|----------------------------------------------------------------|---------|
| Периодичность переключения аквариумов (с дискретностью 6 ч), ч | 24...48 |
| Напряжение питания при 50 Гц, В                                | 220     |
| Габаритные размеры, мм:                                        |         |
| высота                                                         | 1650    |
| длина                                                          | 1050    |
| ширина                                                         | 446     |

Изготовитель – НПО "Гидроимпульс".

**Комбинированный лабораторно-полевой анализатор токсичности СБ-4.**  
Предназначен для измерения концентрации растворенного кислорода, температуры и оценки токсичности природных и сточных вод в лабораторных и полевых условиях, рекомендуется для оценки сточных вод предприятий химической, машиностроительной, пищевой, фармацевтической и других отраслей промышленности, сбрасываемых в водные объекты или поступающих на повторное водоснабжение, а также поверхностного стока городских территорий и сельскохозяйственных угодий.

Анализатор выполнен в виде лабораторно-полевого прибора и состоит из погружного биоэлектрохимического датчика, блоков измерения и питания. Работает он в четырех режимах: с микрокамерой или с биоиндикатором в режиме оценки токсичности, а также измерения концентрации кислорода и температуры. В нем полностью автоматизирована непрерывная регистрация динамики активности фотосинтеза и дыхания.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                  |                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Диапазон измерения:                                                                                                              |                                   |
| концентрации растворенного кислорода, мг/л                                                                                       | 0...20                            |
| температуры, °С                                                                                                                  | 0...40                            |
| Допускаемая погрешность измерения:                                                                                               |                                   |
| концентрации кислорода, %                                                                                                        | ± 5                               |
| температуры, °С                                                                                                                  | ± 0,5                             |
| Формирование сигнала токсичности по измерению активности фотосинтеза и дыхания во времени относительно калибровочных значений, % | 10; 20; 50                        |
| Габаритные размеры, мм                                                                                                           | 400×500×100                       |
| Масса, кг                                                                                                                        | 6,5                               |
| Питание — автономное или от сети переменного тока, В                                                                             | 200 <sup>+10</sup> <sub>-20</sub> |

Разработчик – ВНИИВО, Украина. Изготовитель – НПО "Гидроимпульс".

**Прибор для биоконтроля токсичности промышленных сточных вод "ГОЛЬЯН-01".** Применяют для диагностики отравлений водных животных по данным нарушения функционального состояния ихтиообъекта. Его можно использовать в промышленности и сельском хозяйстве при анализе токсичности сточных вод. Принцип работы прибора заключается в регистрации соотношения показателей функций дыхания и кровообращения ихтиообъекта.

Тест ихтиообъекта – рыба гольян или окунь. Соотношение частоты дыхания и сердцебиения ихтиообъекта при стандартных кондиционных параметрах сточной воды – 2:1, при кондиционной сточной воде с концентрацией токсических веществ



выше допустимого уровня — 4:1. Возможность прибора анализировать соотношения частот дыхания и сердцебиения — в пределах 2:1; 3:1; 4:1. Вычисление соотношения частот сердцебиения и дыхания — автоматическое, после прихода 100-го импульса сердцебиения ихтиообъекта. Индикация импульсов дыхания, сердцебиения, времени проведения замера и числа проведенных замеров — цифровая. Сброс показаний с цифровых индикаторов после трех идентичных замеров — автоматический. Индикация некондиционной сточной воды с концентрацией токсических веществ выше допустимого уровня — световая и релейная.

#### Основные технические данные

|                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Основная приведенная погрешность регистрации импульсов дыхания и сердцебиения ихтиообъекта, % | ± 1        |
| Время проведения замера, %                                                                    | ± 0,001    |
| Число повторных замеров                                                                       | 3          |
| Соотношение дыхания и сердцебиения ихтиообъекта, %                                            | ± 5        |
| Время повторного подсчета соотношения, мин                                                    | 3          |
| Регулирование скорости потока жидкости в аквариуме технологического блока, л/сут              | 200...1600 |
| Регулирование соотношения разведения сточной воды чистой                                      | 1:1...1:20 |
| Питание прибора от сети переменного тока:                                                     |            |
| • напряжение, В                                                                               | 220        |
| • частота, Гц                                                                                 | 50         |
| Температура окружающего воздуха, °С                                                           | 15...30    |
| Относительная влажность воздуха, %                                                            | ≤ 90       |

Изготовитель — Научно-исследовательский и проектный институт экономики, организации управления производством и информации по лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности.

**Микроспектрофлюорометр типа МОФ.** Предназначен для исследования и регистрации спектров люминесценции микрообъектов, включая клетки живых организмов, водоросли, бактерии, микроорганизмы.

В комплект прибора входят: люминесцентный микроскоп; зондовая насадка; монохроматор; фотоумножитель; двухкоординатный самописец; блоки питания и управления.

#### Основные технические данные

|                                             |             |
|---------------------------------------------|-------------|
| Спектральный диапазон, нм                   | 400...800   |
| Наименьший размер исследуемого образца, мкм | 2           |
| Время регистрации спектра, с                | 30          |
| Потребляемая мощность, В · А                | 800         |
| Габаритные размеры, мм                      | 50×600×1500 |
| Масса, кг                                   | 60          |

Изготовитель — Институт биологической физики.



## 2.7. ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПЛЕКСА ПАРАМЕТРОВ

**Лабораторный комплекс ЛАВ-1.** Предназначен для проведения анализа и оценки качества воды. Его приборы и оборудование предназначены для работы в лабораторных помещениях и обеспечивают:

измерение спектральных коэффициентов пропускания от 1 до 100 % в диапазоне волн от 190 до 1100 нм;

измерение статической плотности и коэффициента пропускания от 5 до 100 % в отдельных участках диапазона волн от 315 до 980 нм;

определение конечной точки титрования в диапазоне от -1 до +14 рН (от  $\pm 100$  до  $\pm 1400$  мВ);

определение активности ионов (ед. рХ) от -20 до +20;

измерение окислительно-восстановительных потенциалов (Еh) от -2000 до +2000 мВ;

определение концентраций солей металлов в растворах чувствительностью от  $10^{-3}$  до  $10^{-9}$  моль/л;

определение концентраций солей методом пламенной фотометрии (при применении горючей смеси — природного газа, воздуха) в диапазоне от 0,01 до 50 мг/л для натрия, от 0,5 до 50 для калия и лития и от 0,1 до 50 мг/л для кальция;

качественный и количественный анализ компонентов смеси в диапазоне рабочих температур термостатов разделительных колонок от 75 до 300 °С;

измерение малых токов от  $2 \cdot 10^{-12}$  до  $1 \cdot 10^{-6}$  А.

Комплекс ЛАВ-1 состоит из восьми блоков: химического анализа питьевой воды и воды водоемов; фотометрии пламени; химического анализа сточных вод; весового; полярографии; фотоэлектроколориметрии; спектрофотометрии; камеральной обработки.

### Перечень приборов и оборудования, входящих в комплекс ЛАВ-1

| Приборы и оборудование                                                                             | Число |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Пламенно-фотометрический анализатор жидкости ПАЖ-2                                                 | 1     |
| Аппаратура для тонкослойной хроматографии АТХ                                                      | 1     |
| Аппарат для встряхивания АБУ-6с                                                                    | 2     |
| Аквадистиллятор ДЭ-25                                                                              | 1     |
| Амперметр Э537 класса точности 0,5 на 0,5; 1А                                                      | 1     |
| Амперметр Э538 класса точности 0,5 на 2,5; 5А                                                      | 1     |
| Блок автоматического титрования БАТ-15                                                             | 1     |
| Батометр Молчанова ГР-18                                                                           | 3     |
| Песочная баня 1УХЛЧ.2                                                                              | 1     |
| Лабораторная шестиместная водяная баня БВ-6 УХЛ4                                                   | 2     |
| Лабораторные равноплечие весы 2-го класса модели ВЛД-1 кг                                          | 1     |
| Лабораторные квадрантные весы 4-го класса ВЛКТ-500г-М                                              | 1     |
| Лабораторные равноплечие весы 2-го класса ВЛР-200 г                                                | 2     |
| Весы ВТ-500                                                                                        | 1     |
| Весы для сыпучих материалов ВСМ-20                                                                 | 1     |
| Лабораторный иономер И-130                                                                         | 3     |
| Фотоэлектрический концентрационный колориметр КФК-2 УХЛ4.2 (допустимая поставка колориметра КФК-3) | 2     |
| Кюветы:                                                                                            |       |



|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 24×30 см                                           | 2  |
| 30×40 см                                           | 2  |
| Микрокалькулятор "Электроника МК-45"               | 2  |
| Магнитная мешалка ММ-5                             | 4  |
| Насос ЗНРР-1Д УХЛ4.2                               | 1  |
| Полярограф ПУ-1                                    | 2  |
| Электроизмерительный прибор Ц 4353                 | 1  |
| Титровальное приспособление модели ТПР-М УХЛ4.2    | 1  |
| Угловой ротор РУ 180 У4.2                          | 1  |
| Спектрофотометр СФ-46                              | 1  |
| Секундомер СОС <sub>пр</sub> -26-2-000             | 3  |
| Термостат ТС-80М-2 (напольный)                     | 1  |
| Суховоздушный термостат 2ТГ-0-11                   | 1  |
| Хроматограф ЛХМ-80, модель 6                       | 1  |
| Лабораторная медицинская центрифуга ОПн-8 УХЛ4.2   | 1  |
| Электромагнитный стабилизатор напряжения С-0,5     | 1  |
| Сигнальные часы                                    | 1  |
| Холодильный шкаф ШХ-0,71                           | 1  |
| Лабораторный штатив ШЛ                             | 4  |
| Полиэтиленовый штатив для пробирок ШПП-02-40       | 5  |
| Электрошкаф СНОЛ-3,5·3,5·3,5/3,5-И1                | 3  |
| Электродпечь СНОЛ-1,6·2,5·1/11-ИЗ                  | 2  |
| Комплект лабораторного установочного оборудования: |    |
| мойка                                              | 4  |
| стойка для приборов и реактивов                    | 3  |
| универсальная стойка                               | 3  |
| пристенный химический стол                         | 3  |
| приборная стойка                                   | 3  |
| весовая стойка                                     | 5  |
| островной химический стол                          | 2  |
| рабочий стул С-6                                   | 10 |
| титровальная установка                             | 1  |
| вытяжной химический шкаф                           | 4  |
| комплект принадлежностей                           | 1  |
| комплект инструмента                               | 1  |

При поставке комплекса допускается замена комплектующих изделий аналогичными с равнозначными характеристиками.

Комплекс ЛАВ-1 рекомендуется размещать в помещениях, преимущественно расположенных на первых этажах капитальных, светлых, сухих, отапливаемых и вентилируемых зданий. Помещение лабораторий оборудуют силовой и осветительной электросетью напряжением 380 и 220 В, частотой  $(50 \pm 1)$  Гц, водопроводом и канализацией. Горячую и холодную воду для производственных нужд подводят к раковинам, мойкам и вытяжным шкафам.

Для отвода вредных газов из лаборатории и подачи свежего воздуха устраивают приточно-вытяжную вентиляцию.

Мощность, потребляемая приборами и оборудованием комплекса при коэффициенте одновременности работы, равном 1, должна быть не более 50 кВт·А.

Масса приборов и оборудования комплекса – не более 12 000 кг.

Общие требования безопасности к оборудованию комплекса, выполнению



работ при монтаже, поверке, хранении и эксплуатации комплекса должны соответствовать ГОСТ: 12.2.003, ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.1.019.

**Комплекс приборов и оборудования ЛАВ-М1.** Предназначен для исследования и анализа природных и сточных вод и изготавливается в трех исполнениях: ЛАВ-2-М1 — для исследования природных и сточных вод различными методами физико-химического и санитарно-бактериологического анализа; ЛАВ-3-М1 — для контроля промышленных сточных вод; ЛАВ-4-М1 — для химического, бактериологического и микробиологического анализа природных и сточных вод.

Приборы и оборудование комплекса обеспечивают:

измерение оптической плотности и коэффициентов пропускания от 5 до 100 % в отдельных участках диапазона волн от 315 до 980 нм;

измерение спектральных коэффициентов пропускания от 1 до 100 %;

определение активности ионов (ед. рХ) от -20 до +20;

измерение окислительно-восстановительных потенциалов (Еh) от -2000 до +200 мВ;

микроскопирование с увеличением от 3,33 до 100 крат.

Электрическое питание приборов и оборудования комплексов должно осуществляться от сети переменного трехфазного тока напряжением 220/380 В $^{+10\%}_{-15\%}$ , частотой 50 Гц  $\pm 1$ .

Производительность оборудования, потребляемая мощность, масса прибора и оборудования, рекомендуемая площадь для размещения приведены в таблице 2.37.

**2.37. Производительность оборудования, потребляемая мощность, масса приборов и площадь, рекомендуемая для размещения комплекса ЛАВ-М1**

| Параметры                                                        | ЛАВ-2-М1 | ЛАВ-3-М1 | ЛАВ-4-М1 |
|------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| Производительность оборудования, анализов/год                    | 6000     | 4000     | 5000     |
| Полная мощность, потребляемая приборами и оборудованием, кВт · А | 20       | 15       | 10       |
| Масса приборов, кг                                               | ≤ 12 000 | ≤ 6000   | ≤ 7000   |
| Площадь, рекомендуемая для размещения комплекса, м <sup>2</sup>  | 108      | 72       | 69       |

Комплекс ЛАВ-М1 рекомендуется размещать в помещениях, преимущественно расположенных на первых этажах капитальных, светлых, сухих, отапливаемых и вентилируемых зданий. Для отвода вредных газов и подачи свежего воздуха эти помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией. Лаборатории должны иметь водопровод и канализацию. Горячая и холодная вода для производственных нужд должна быть подведена к раковинам, мойкам и вытяжным шкафам.

Общие требования безопасности к оборудованию комплекса, выполнению работ при монтаже, поверке, хранении и эксплуатации комплекса должны соответствовать ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.1.019.

Состав комплексов ЛАВ-М1 указан в таблице 2.38. При поставке комплекса допускается замена комплектующих изделий аналогичными с равнозначными характеристиками.



## 2.38. Состав комплексов ЛАВ-М1

| Приборы и оборудование                                          | Число    |          |          |
|-----------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
|                                                                 | ЛАВ-2-М1 | ЛАВ-3-М1 | ЛАВ-4-М1 |
| Аппарат для встряхивания АБУ-6с                                 | 1        | 1        | 1        |
| Аппаратура для тонкослойной хроматографии АТХ                   | 1        | —        | —        |
| Аквадистиллятор ДЭ-25                                           | 1        | 1        | 1        |
| Батометр-бутылка на штанге ГР-16                                | 1        | 1        | 1        |
| Батометр Молчанова ГР-18                                        | 1        | —        | 1        |
| Песочная баня 1УХЛЧ.2                                           | 1        | —        | —        |
| Весы ВЛР-1 кг                                                   | 1        | 1        | 1        |
| Весы ВЛР-200 г                                                  | 2        | 2        | 2        |
| Стабилизатор напряжения С-0,5                                   | 1        | 1        | 1        |
| Лабораторный иономер И-130.1                                    | 3        | 1        | 1        |
| Фотоэлектрический концентрационный колориметр КФК-УХЛЧ.2        | 1        | 1        | 1        |
| Стереоскопический микроскоп МБС-10 У4.2                         | 1        | 1        | 1        |
| Микрокалькулятор "Электроника МК-45"                            | 3        | 3        | 3        |
| Магнитная мешалка ММ-5                                          | 3        | 3        | 3        |
| Насос ЗНВР-1Д УХЛ4.2                                            | —        | 1        | 1        |
| Облучатель ОББ-92                                               | 1        | 1        | 1        |
| Лабораторный рН-метр-милливольтметр рН-673М                     | 1        | 1        | —        |
| Секундомер СОС <sub>пр</sub> -26-2-000                          | 2        | 1        | 2        |
| Спектрофотометр СФ-46                                           | 1        | —        | —        |
| Лабораторная титрометрическая установка Т-108.4                 | —        | 1        | —        |
| Лабораторная медицинская центрифуга ОПМ-8 УХЛ4.2                | 1        | 1        | 1        |
| Центрифуга РС-6 УХЛ4.2                                          | 1        | —        | —        |
| Сигнальные часы                                                 | 1        | 1        | 1        |
| Лабораторный штатив ШЛ                                          | 5        | 5        | 5        |
| Электрошкаф СНОЛ-3,5 · 3,5 · 3,5/3,5/И1                         | 2        | 1        | 1        |
| Ротор-крестовина РК 4×750                                       | 1        | —        | —        |
| Ротор угловой РУ 180 У4.2                                       | 1        | 1        | 1        |
| Автоматический биологический измеритель кислорода БИОМАТ М2-380 | 1        | —        | —        |
| Водомерный сосуд Штесснера ЛШ-1                                 | 1        | 1        | 1        |
| Водоструйный насос ЛВ-102                                       | 5        | 5        | 5        |
| Вибрационная машина ЛЕ-309                                      | 1        | —        | 1        |
| Ионообменник ЛД-502/3                                           | 1        | —        | 1        |
| Измеритель растворенного кислорода О <sub>2</sub> ОН-113        | 1        | 1        | 1        |
| Компрессор АЛ-7-4-3/А                                           | 1        | —        | —        |
| Мембранный фильтр высокого давления на 3 рабочих места ЛШ-211   | 1        | —        | —        |
| Набор стекла к БИОМАТ МУ-381                                    | 1        | —        | —        |
| Набор стекла к экстрактору Сокслета                             | 1        | —        | 1        |
| Общие стеклянные и прочие принадлежности                        | —        | 1        | —        |
| Осциометр ОК-105/1                                              | 1        | —        | 1        |
| Перепумп ЛШ-204/1                                               | 1        | —        | 1        |
| Портативный иономер ОП-110                                      | 1        | 1        | 1        |
| Секундомер                                                      | —        | 2        | —        |
| Сигнальные часы                                                 | 1        | 1        | 1        |



| Приборы и оборудование                     | Число    |          |          |
|--------------------------------------------|----------|----------|----------|
|                                            | ЛАВ-2-М1 | ЛАВ-3-М1 | ЛАВ-4-М1 |
| Фильтр Синпор                              | 100      | 100      | —        |
| Экстрактор Сокслета на 6 рабочих мест ЕФ-6 | 1        | —        | 1        |
| Электропишущая машинка                     | —        | 1        | —        |
| Стойка для приборов и реактивов            | 3        | 1        | 2        |
| Приборная стойка                           | 3        | 1        | 4        |
| Весовая стойка                             | 2        | 2        | 2        |
| Рабочий стул С-6                           | 4        | 4        | 6        |
| Титровальная установка                     | 1        | 1        | 1        |
| Вытяжной химический шкаф                   | 4        | 2        | 2        |
| Вытяжной шкаф ЛФ-215                       | 3        | 1        | 1        |
| Рабочий стол ШТХ-2.1                       | 2        | 2        | —        |
| Рабочий стол ШТХ-3.1                       | 1        | 1        | 1        |
| Островной стол ШТХ-4.2                     | 1        | —        | 1        |
| Стол для мытья посуды ЛФ-112-4             | 7        | 6        | 5        |
| Стол для титрования ЛФ-110-5               | 1        | 1        | —        |
| Сушильный шкаф ЛФ-410-7                    | 1        | —        | —        |
| Шкаф ЛФ-730-2                              | 2        | 1        | —        |
| Шкаф ЛФ-730-3                              | 1        | —        | —        |
| Лабораторные стулья                        | 15       | 15       | —        |

Приборы и оборудование комплекса предназначены для работы в лабораторных помещениях. При поставке комплекса допускается замена комплектующих изделий аналогичными с равнозначными им характеристиками.

**Передвижная гидрохимическая лаборатория ПГХЛ-1.** Предназначена для изучения и контроля состояния поверхностных и сточных вод непосредственно возле объекта, а также хранения и доставки отобранных проб в стационарные лаборатории. Приборы, оборудование и принадлежности, входящие в ее состав, позволяют определять инструментальными и химическими методами не менее тридцати гидрохимических и гидробиологических показателей воды, в том числе цветность, прозрачность, температуру, запах, электропроводность, мутность, окислительно-восстановительный потенциал (Еh), водородный показатель (рН), концентрацию растворенного кислорода, бихроматную и перманганатную окисляемость, нитраты, нитриты, ионы аммония, фосфаты, гидрокарбонаты, хлориды, сульфаты, кальций, магний, натрий, калий, фториды, двуокись углерода, силикаты, щелочность, общую минерализацию, продукцию фито- и бактериопланктона, численность, видовой состав и биомассу бактерио-, фито-, зоопланктона и зообентоса.

Лаборатория также обеспечивает взятие пробы: воды с глубины до 40 м с одновременным определением температуры воды от 0 до 40 °С; несвязанных илистых и песчано-гравелистых донных отложений с нарушением структуры с глубины до 2 м; продукции фито- и бактериопланктона; исследование прозрачных препаратов в проходящем и объемных препаратов в отраженном свете с искусственным освещением.

По устойчивости к климатическим воздействиям лаборатория ПГХЛ-1



соответствует виду климатического исполнения УХЛ1 по ГОСТ 15150, но в интервале температур от  $-30$  до  $+40$  °С и при относительной влажности воздуха до 95 % при температуре 25 °С. Внутри лаборатории должны быть обеспечены условия, соответствующие исполнению УХЛ4.2 по ГОСТ 15150, но в диапазоне температур от  $-10$  до 35 °С.

Прибор для контроля рН, Eh, ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ), концентрации растворенного в воде кислорода, удельной электрической проводимости, мутности и температуры воды должен иметь возможность питания от автономного источника.

Жилой отсек лаборатории должен быть оборудован четырьмя стальными листами, столом, шкафом для одежды. От рабочего (лабораторного) отсека он должен быть отделен перегородкой с дверью.

Габаритные размеры лаборатории в положении для транспортировки не должны превышать габаритных размеров автомобиля.

В состав лаборатории входят следующие приборы и устройства:

| Наименование и условное обозначение                 | Число |
|-----------------------------------------------------|-------|
| Автомашина                                          | 1     |
| Электроагрегат АБ-1-0/230                           | 2     |
| Фотоколориметр ФК-110                               | 1     |
| Комплексный анализатор поверхностных вод КАП-105    | 1     |
| Инвертор                                            | 1     |
| Лабораторный иономер И-120М                         | 1     |
| Зарядное устройство                                 | 1     |
| Магнитная мешалка ММ-5                              | 1     |
| Фотоэлектрический концентрационный колориметр КФК-2 | 1     |
| Торсионные весы ВТ-500                              | 1     |
| Настольная центрифуга ПЦГ-8                         | 1     |
| Стереоскопический микроскоп МБС-9                   | 1     |
| Микроскоп "БИОЛАМ Д-12"                             | 1     |
| Воздушный электрический стерилизатор ВП-10          | 1     |
| Электроизмерительный прибор Ц4353                   | 1     |
| Кондиционер БК-2000Т                                | 1     |
| Лабораторный штатив ШЛ                              | 1     |
| Электротепловентилятор ЛН-1,25/220-1,6              | 1     |
| Холодильник ХАТЭ-12МУ2                              | 1     |
| Батометр Молочанова ГР-18                           | 1     |
| Лебедка ЛТР-63                                      | 1     |
| Холодильник                                         | 2     |
| Дночерпатель Петерсона Дч-0,025                     | 1     |
| Комплект запасных частей и принадлежностей          | 1     |

Общие требования безопасности к элементам конструкции, оборудованию лаборатории, выполнению работ при монтаже, наладке, поверке, хранении и эксплуатации должны соответствовать ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.007. Класс лаборатории по способу защиты человека от поражения электрическим током 01 — по ГОСТ 12.2.007.0.

В лаборатории разрешается выполнять работы только при выключенном двигателе автомобиля.

Лаборатория разделена на отдельные отсеки: кабина водителя, жилой, рабочий, хозяйственный и боковой.



В жилом отсеке размещены четыре спальных места, шкаф для одежды, стол и холодильник для хранения пищевых продуктов.

Рабочий отсек отделен от жилого раздвижной стенкой. Внутри отсека расположены четыре стойки. Одна из них, установленная на амортизаторе, предназначена для транспортировки приборов и оборудования. На другой стойке закреплены скобами инвертор и зарядное устройство, а также установлены платы с розетками для подключения приборов.

Вдоль другой стены автомобиля расположена стойка с вытяжным химическим шкафом, электрощитом лаборатории и стойкой с емкостями для воды и мойки.

Вытяжной шкаф оборудован вытяжным вентилятором.

Заданный температурный режим поддерживается в рабочем отсеке с помощью вытяжного вентилятора, работающего как в тепловом, так и охлаждающем режиме.

Холодильники предназначены для хранения проб при пониженной температуре с последующим определением в них БПК<sub>5</sub> в стационарной гидрохимической лаборатории.

Хозяйственный отсек находится в конце автомобиля.

В боковом отсеке закреплены плата с предохранителями и каркас с двумя аккумуляторами.

Зарядное устройство представляет собой среднеимпульсный тиристорный стабилизатор и предназначено для подзарядки аккумуляторной батареи при работе лаборатории в режиме питания от промышленной сети 220 В<sup>+10%</sup><sub>-15%</sub> или от бензоагрегата.

Инвертор представляет собой генератор синусоидального напряжения с усилителем мощности. Инвертор обеспечивает питание приборов лаборатории суммарной мощностью не более 80 В · А.

Инвертор используют преимущественно для оперативного обеспечения электропитанием измерительных приборов в режиме работы лаборатории от аккумуляторных батарей без подключения к промышленной сети или использования бензоагрегатов.

## Основные технические данные

### Диапазоны измерения:

|                                                             |                      |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|
| оптической плотности обработанных проб, нм                  | 315...980            |
| коэффициента пропускания, %                                 | 100...5              |
| активности одно- и двухвалентных анионов и катионов, ед. рХ | -1...+19             |
| концентрации растворенного кислорода, мг/дм <sup>3</sup>    | 0...15               |
| окислительно-восстановительных потенциалов (Еh), мВ         | -700...0;<br>0...700 |
| масса вещества, г                                           | 0,01...0,5           |
| глубины погружения датчика анализатора поверхностных вод, м | 0...15               |

Максимальная производительность лаборатории, отборов проб/год

1 · 10<sup>4</sup>

### Электрическое питание лаборатории:

от промышленной сети однофазного переменного тока:

напряжением, В

200<sup>+10%</sup><sub>-15%</sub>

частотой, Гц

50 ± 1



|                                                      |             |
|------------------------------------------------------|-------------|
| от бензоагрегатов однофазного переменного тока:      |             |
| напряжением, В                                       | $230 \pm 4$ |
| суммарной мощностью, кВт                             | 2           |
| от аккумуляторных батарей:                           |             |
| напряжением, В                                       | 12          |
| номинальной емкостью, А · ч                          | 190         |
| Потребляемая мощность лаборатории при питании, кВт:  |             |
| от промышленной сети                                 | 4           |
| от бензоагрегатов                                    | 2           |
| от аккумуляторных батарей                            | 0,3         |
| Масса лаборатории, кг                                | $\leq 8000$ |
| Средний срок службы лаборатории, лет                 | 8           |
| Вероятность восстановления лаборатории за время 48 ч | $\geq 0,9$  |
| Наработка на отказ, ч                                | $\geq 1000$ |

**Анализатор водоемов АВ-105.** Предназначен для измерения массовой концентрации растворенного в воде кислорода, рН, температуры поверхностных вод рыбохозяйственного назначения и позволяет выполнять измерения с берега и с небольших судов. Прибор состоит из датчика, погружаемого в анализируемую среду, и блока измерения.

В датчике расположены чувствительные элементы, усилители каналов рН,  $O_2$  и температуры. Электрические сигналы от чувствительных элементов идут на вход усилителей, усиливаются, и через многожильный кабель поступают в блок измерения, где с помощью переключателя выбирается канал соответствующего вида измерения.

Работа анализатора при определении рН заключается в преобразовании ЭДС электродной системы, состоящей из измерительного и вспомогательного электродов, в постоянный ток, пропорциональный измеряемой величине. Для измерения ЭДС электродной системы применяют высокоомный милливольтметр, построенный по принципу статистической автокомпенсации.

Определение содержания кислорода основано на амперометрическом принципе. В качестве чувствительного элемента используются платиновый измерительный и серебряный вспомогательный электроды, помещенные в раствор хлористого калия.

Температуру измеряют по мостовой схеме: в одно из плеч моста включен термометр сопротивления, служащий чувствительным элементом, сопротивление которого линейно зависит от температуры.

#### Основные технические данные

##### Диапазон измерения:

|                                                            |        |
|------------------------------------------------------------|--------|
| массовой концентрации растворенного в воде кислорода, мг/л | 0...25 |
| рН                                                         | 0...12 |
| температуры, °С                                            | 0...40 |

Индикация измеряемого параметра

В цифровой форме

Цена единицы младшего разряда при измерении:



|                                                            |                |
|------------------------------------------------------------|----------------|
| массовой концентрации растворенного в воде кислорода, мг/л | $\pm 0,1$      |
| pH, ед. pH                                                 | $\pm 0,01$     |
| температуры, °C                                            | $\pm 0,1$      |
| Допускаемая основная абсолютная погрешность при измерении: |                |
| массовой концентрации растворенного в воде кислорода       |                |
| в диапазоне измерения, мг/л                                |                |
| ≤ 10 мг/л                                                  | $\pm 0,5$      |
| > 10 мг/л                                                  | $\pm 1,0$      |
| pH, ед. pH                                                 | $\pm 0,2$      |
| температуры, °C                                            | $\pm 0,5$      |
| Габаритные размеры, мм:                                    |                |
| датчика                                                    | ∅76 × 236      |
| блока измерения                                            | 224 × 56 × 200 |
| Масса, кг:                                                 |                |
| датчика                                                    | 1,5            |
| блока измерения                                            | 2,0            |

**Портативный анализатор АВ-106.** Предназначен для измерения pH, концентрации растворенного кислорода, активности ионов хлора и температуры природных и сточных вод, прошедших очистные сооружения. Прибор рекомендуется для экспресс-анализа сточных вод промышленных предприятий, поверхностного стока с территорий сельскохозяйственных угодий и населенных пунктов, может быть использован органами госвоинспекций, гидрохимическими лабораториями, санэпидемстанциями и др.

Анализатор состоит из блока измерения и датчика, соединенных кабелем. Исполнение датчика — герметичное, блока измерения — влагозащитное. Общая компоновка прибора осуществляется в чемодане типа "Дипломат", удобном в работе и при переносе.

#### Основные технические данные

##### Диапазон измерения:

|                                            |                 |
|--------------------------------------------|-----------------|
| активности водородных ионов, ед. pH        | 0...14; 0...12  |
| концентрации растворенного кислорода, мг/л | 0...20; 0...3,5 |
| активности ионов хлора, ед. pCl            | 0...3,5         |
| температуры, °C                            | 0...40          |

##### Допускаемая погрешность измерения:

|                                            |                     |
|--------------------------------------------|---------------------|
| активности водородных ионов, ед. pH        | $\pm 0,05$          |
| концентрации растворенного кислорода, мг/л | $\pm 1,0$           |
| активности ионов хлора, ед. pCl            | $\pm 0,05; \pm 0,2$ |
| температуры, °C                            | $\pm 0,3$           |

Габаритные размеры, мм

224 × 56 × 200

Масса, кг

1,5

Изготовитель — НПО "Аналитприбор".

**Система для биологического эксперимента СБЭ-1.** Это восьмиканальная информационно-вычислительная система, позволяющая измерять концентрацию осмотически активных веществ, определять активность (pX) ионов калия, натрия,



кальция, хлора, нитрата и оценивать по диффузионному току содержание кислорода в биологических объектах и водных растворах.

Концентрация осмотически активных веществ определяется криоскопическим методом, в основу которого положено измерение понижения точки кристаллизации раствора по отношению к чистому растворителю (воде), активность ионов — потенциометрическим методом, в котором измеряется ЭДС электрохимической цепи, состоящей из индикаторного ионоселективного электрода и электрода сравнения, погруженных в исследуемый раствор. Оценка содержания кислорода основана на определении диффузионного тока кислорода полярографическим методом.

Осмотическая концентрация растворов при нормальном давлении связана с понижением температуры кристаллизации соотношением  $\Delta T = KC$ , где  $K$  — криоскопическая постоянная;  $C$  — осмотическая концентрация, зависящая только от числа частиц растворенного вещества и не зависящая от их массы, размеров и формы.

Температуру кристаллизации раствора измеряют следующим образом. Раствор переохлаждают на несколько градусов ниже точки кристаллизации с целью создания в нем искусственных центров кристаллизации, приводящих к мгновенному образованию большого количества кристаллов льда (твердой фазы) по всему объему измеряемой пробы. Выделяющаяся при этом теплота плавления повышает температуру пробы до температуры кристаллизации и поддерживает ее постоянной при существовании жидкой и твердой фаз.

В качестве первичных преобразователей в системе СБЭ-1 применены:

терморезистор — в канале измерения осмотически активных веществ;

миниатюрные ионоселективные электроды с электродом сравнения — в каналах определения активности ионов калия, натрия, нитрата, хлора;

мембранные и игольчатые кислородные электроды — в канале определения содержания кислорода.

Измерительный канал системы состоит из усилителя постоянного тока и аналого-цифрового преобразователя.

Первичные преобразователи последовательно подключает к измерительному каналу высокоомный коммутатор каналов, управление которым осуществляется ЭВМ в автоматическом режиме или ручной коммутацией.

Кроме того, в состав системы СБЭ-1 входят термостат и исполнительное устройство, выполняющее термостатирование исследуемого объекта и подачу первичных преобразователей в режимах измерения как общей, так и селективной концентраций.

Обмен информацией между блоками системы и ЭВМ осуществляется через интерфейсный блок.

Система СБЭ-1 работает с ионоселективными электродами ИСЭ-М1, ИСЭ-М-Na и ЭС-М и комплектом кислородных электродов КЭ-2.

В комплект поставки системы СБЭ-1 входят: электронное устройство; термостат; исполнительное устройство; интерфейсный блок; КВ "Искра-1256", исполнение 3; ионоселективные миниатюрные электроды — ИСЭ-М1-К — пять; ИСЭ-М1-Са — пять; ИСЭ-М1-Cl — пять; ИСЭ-М1-NO<sub>3</sub> — пять; ИСЭ-М1-Na — пять; миниатюрные



электроды сравнения ЭС-М — пять; комплект кислородных электродов КЭ-2; комплект запасных частей и принадлежностей согласно ведомости (одиночный комплект ЗИП); комплект эксплуатационных документов согласно ведомости.

### Основные технические данные

#### Диапазоны измерений:

|                                                     |                                      |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| концентрация осмотически активных веществ, ммоль/кг | 0...6000                             |
| активности рХ ионов:                                |                                      |
| рК                                                  | 1,1...5,0                            |
| рNa                                                 | 0...4,0                              |
| рСа                                                 | 0,84...4,0                           |
| рCl                                                 | 1,1...4,0                            |
| рNO <sub>3</sub>                                    | 0...4,0                              |
| ЭДС при определении рХ                              | -1,999...+1,999                      |
| диффузионного тока кислорода, А                     | 10 <sup>-4</sup> ...10 <sup>-7</sup> |

#### Допускаемая основная относительная погрешность измерения, %:

концентрации осмотически активных веществ  $\delta$  на каждом из поддиапазонов  $\delta = \pm [1 + 0,5 (C_K/C - 1)]$ , где  $C_K$  — наибольшее значение концентрации соответствующего поддиапазона, ммоль/кг;  $C$  — измеряемая концентрация, ммоль/кг

ЭДС ( $\delta$ )  $\delta = \pm [0,15 + 0,05 (I_K/I_X - 1)]$ , где  $I_K$  — наибольшее значение диапазона измерения, В;  $I_X$  — измеряемая ЭДС, В

диффузионного тока кислорода ( $\delta$ )  $\delta = \pm [5 + 0,05 (I_K/I_X - 1)]$ , где  $I_K$  — наибольшее значение диапазона измерения, А;  $I_X$  — измеряемый ток, А

Допускаемая основная абсолютная погрешность определения рХ растворов при постоянной температуре, равной температуре контрольных растворов при калибровке, %  $\pm 0,2$

**Многоканальный автоматический анализатор АМА-201.** Предназначен для автоматического измерения, обработки, хранения и регистрации информации о физико-химических показателях (ФХП) поверхностных вод. Может работать как в автономном режиме, так и в составе автоматической станции контроля загрязнения поверхностных вод, располагаемой на берегу водного объекта, на гидрохимических сооружениях, в помещениях очистных систем питьевой водоподготовки.

Анализатор является полностью автоматизированным звеном системы контроля загрязнения поверхностных вод и представляет собой многофункциональный комплекс для получения и передачи в центр обработки информации (ЦОИ) оперативной информации о ФХП контролируемой воды. В его состав входят следующие основные функциональные устройства и блоки: блок общих преобразователей (БОП); блок ионоселективных измерительных преобразователей (БИП); блок фотометрических измерительных преобразователей (БФП); измерительный многоканальный преобразователь (ПИМ); локальный комплекс сбора и обработки информации (ЛКСОИ); устройство пробоподготовки для иономеров (УППИ); устройство пробоподготовки для фотометров (УППФ); пробоотборное устройство (УПО); регистрирующие устройства; алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ); накопитель на магнитной ленте (НМЛ).



Анализатор работает в следующих режимах: "Измерение"; "Аварийный режим"; "Контроль комплекса технических средств (КТС)"; "Калибровка".

Режим "Измерение" является основным режимом работы анализатора, в котором решаются задачи: управления процессом измерения параметров загрязнения и отбора арбитражной пробы; сбора, контроля, регистрации и выдачи информации в ЦОИ об уровне загрязнения. Он предусматривает начальный запуск в плановые измерения.

Аварийный режим работы анализатора может возникнуть в любой момент времени по аварийным сигналам с датчиков, вызванным пожаром, вскрытием помещения, повышением температуры воздуха в помещении выше 40 °С или понижением ниже 5 °С. При аварийной ситуации анализатор формирует команды, обеспечивающие выполнение следующих операций: открытие аварийного клапана насосно-гидравлической части (НГЧ); включение насосно-гидравлической части (НГЧ). Далее формируется аварийное сообщение, которое через аппаратуру передачи данных (АПД) инициативно передается в ЦОИ, а также регистрируется на регистрирующих устройствах. По окончании регистрации и передачи аварийного сообщения в ЦОИ анализатор и автоматическая станция контроля, в состав которой он входит, выключаются.

Режим "Контроль КТС" предусматривает: автоматический контроль функционирования НГЧ; автоматический контроль функционирования АЦПУ и НМЛ; проведение профилактического и послеремонтного контроля функционирования КТС.

В режиме "Калибровка" осуществляется градуировка каналов измерения один раз в 15 суток во время профилактического осмотра анализатора или после ремонтных работ, вызванных выходом из строя его узлов.

Анализатор предназначен для работы в закрытых отапливаемых помещениях.

Диапазон измерения, а также пределы допускаемых значений основной абсолютной погрешности измерения приведены в таблице 2.39.

2.39. Диапазоны и погрешность измерений физико-химических показателей

| Показатель                                   | Диапазон измерений                                                     | Допускаемая основная абсолютная погрешность измерения |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Активность водородных ионов, ед. рН          | 4...10                                                                 | ± 0,1                                                 |
| Окислительно-восстановительный потенциал, мВ | -50...+700                                                             | ± 10                                                  |
| Температура, °С                              | 0...40                                                                 | ± 0,2                                                 |
| Удельная электрическая проводимость, См/см   | $1 \cdot 10^{-5} \dots 1 \cdot 10^{-2}$ ;<br>$1 \cdot 10^{-3} \dots 1$ | ± 2,5                                                 |
| Концентрация растворенного кислорода, мг/л   | 0...20                                                                 | ± 1                                                   |
| Уровень воды, м                              | 0...3                                                                  | ± 0,03                                                |
|                                              | 0...6                                                                  | ± 0,06                                                |
|                                              | 0...12                                                                 | ± 0,12                                                |
| Мутность, мг/л                               | 0...50                                                                 | ± 5                                                   |
|                                              | 0...250                                                                | ± 25                                                  |
|                                              | 0...1000                                                               | ± 100                                                 |



| Показатель                                                    | Диапазон измерений | Допускаемая основная абсолютная погрешность измерения |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------|
| Активность хлорид-ионов, ед. рCl                              | 1,0...3,5          | ± 0,1                                                 |
| Активность нитрат-ионов, рNO <sub>3</sub>                     | 1,0...4,0          | ± 0,1                                                 |
| Активность фторид-ионов, рF                                   | 1,0...5,0          | ± 0,1                                                 |
| Активность ионов натрия, рNa                                  | 1,0...4,0          | ± 0,1                                                 |
| Концентрация ионов меди, мг/л                                 | 0...0,1            | ± 0,02                                                |
| Концентрация ионов железа, мг/л                               | 0...1,0            | ± 0,2                                                 |
| Концентрация ионов хрома, мг/л                                | 0...1,0            | ± 0,2                                                 |
| Концентрация фосфат-ионов, мг/л                               | 0...2,0            | ± 0,1                                                 |
| Концентрация нитрит-ионов, мг/л                               | 0...0,5            | ± 0,1                                                 |
| Коэффициент пропускания в ультрафиолетовой области спектра, % | 0...100            | ± 5                                                   |

Габаритные размеры и масса устройств, входящих в комплект анализатора, приведены в таблице 2.40.

#### 2.40. Габаритные размеры и масса комплектующих устройств анализатора

| Наименование устройства                               | Габаритные размеры, мм | Масса, кг |
|-------------------------------------------------------|------------------------|-----------|
| Локальный комплекс сбора и обработки информации ЛКСО4 | 800 × 650 × 1800       | 180,0     |
| Шкаф общих преобразователей                           | 800 × 500 × 1000       | 180,0     |
| Датчик иономера АМА-201Д4                             | 800 × 500 × 1840       | 150,0     |
| Комплект датчиков фотоабсорбциметров АМА-201ДФ        | 500 × 600 × 1740       | 135,0     |
| Блок питания                                          | 500 × 600 × 1600       | 100,0     |
| Пробоотборное устройство                              | 678 × 744 × 1365       | 155,0     |
| Измерительный многоканальный преобразователь ПИМ-201  | 500 × 280 × 480        | 40,0      |
| Датчик уровня АМА-201ДУ                               | ∅93 × 3878             | 2,0       |
|                                                       | ∅93 × 7478             | 4,15      |
|                                                       | ∅93 × 14678            | 8,3       |
| Алфавитно-цифровое печатающее устройство "Даро-1156"  | 875 × 720 × 990        | 61,0      |

#### Основные технические данные

|                                                  |               |
|--------------------------------------------------|---------------|
| Число определяемых физико-химических показателей | 17            |
| Температура окружающего воздуха, °С              | 5...40        |
| Относительная влажность воздуха, %               | 30...80       |
| Атмосферное давление, МПа                        | 0,083...0,106 |
| Площадь помещения, м <sup>2</sup>                | 50            |

**Комплексный анализатор поверхностных вод КАП-105.** Предназначен для измерения рН, Eh, рNa, рCl, концентрации растворенного кислорода, удельной электрической проводимости, мутности, температуры поверхностных вод и



глубины погружения. Может работать в полевых условиях на плавающих средствах и в условиях лабораторий.

Прибор состоит из датчика, погружаемого в анализируемую среду, и измерительного преобразователя, соединенных между собой кабелем длиной 20 м. В датчике расположены чувствительные элементы и высокоомные усилители каналов рН, рNa и Eh, в измерительном преобразователе — измерительные схемы каналов рН, рNa, рCl, Eh, каналы измерения кислорода, температуры, мутности, электрической проводимости и глубины, а также аналого-цифровой преобразователь и блок питания. В основу измерений рН, рNa, рCl, Eh положен потенциометрический принцип, измерений концентрации кислорода — амперометрический принцип, а в основу работы измерителя электрической проводимости — метод измерения силы тока в цепи чувствительного элемента с непосредственным отсчетом показаний по шкале.

Температуру измеряют с помощью моста, в одно из плеч которого включают термометр сопротивления ТКА-4, используемый в качестве чувствительного элемента с электрическим сопротивлением, линейно зависящим от температуры.

В основу работы измерителя глубины положен принцип измерения перемещения сильфона под воздействием гидростатического давления столба жидкости, соответствующего глубине погружения датчика, а в основу работы датчика мутности — турбидиметрический принцип. Оптическая схема датчика — двухканальная.

В комплект поставки анализатора входят: датчик; измерительный преобразователь; комплект запасных частей; комплект инструмента и принадлежностей; паспорт; методические указания по поверке; методика по приготовлению поверочных (градуировочных) суспензий каолина.

### Основные технические данные

#### Диапазон измерения:

|                                            |                          |
|--------------------------------------------|--------------------------|
| рН, ед. рН                                 | 4...10                   |
| Eh, мВ                                     | -700...0; 0...700        |
| рNa, ед. рNa                               | 0...3,0                  |
| рCl, ед. рCl                               | 0...3,5                  |
| содержания растворенного кислорода, мг/л   | 0...15                   |
| удельной электрической проводимости, См/см | 0...1 · 10 <sup>-2</sup> |
| мутности, мг/л                             | 0...250                  |
| температуры, °С                            | 0...40                   |
| глубины погружения, м                      | 0...15                   |

#### Допускаемая основная абсолютная погрешность измерения:

|                                            |          |
|--------------------------------------------|----------|
| рН, ед. рН                                 | ± 0,1    |
| Eh, мВ                                     | ± 15     |
| рNa, ед. рNa                               | ± 0,1    |
| рCl, ед. рCl                               | ± 0,1    |
| содержания растворенного кислорода, мг/л   | ± 1,0    |
| удельной электрической проводимости, См/см | ± 0,0004 |
| мутности, мг/л                             | ± 12,5   |
| температуры, °С                            | ± 0,5    |
| глубины погружения, м                      | ± 0,5    |

Выходной сигнал по каждому из параметров, В 0...1,0



|                                                                      |                              |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Питание прибора — автономное от батареи аккумуляторов напряжением, В | $12 \pm 1,2$                 |
| Габаритные размеры, мм:                                              |                              |
| датчика                                                              | $\varnothing 100 \times 290$ |
| измерительного преобразователя                                       | $266 \times 395 \times 95$   |
| Масса комплекта без кабеля, кг                                       | $\leq 8$                     |

**Переносный измеритель качества вод AQUAMETR N5011.** Предназначен для измерения содержания растворенного в воде кислорода, рН, рХ (активности ионов) и температуры водных растворов посредством электродов и датчиков. Достоинства прибора: высокая точность измерений, достигаемая благодаря цифровому считыванию; возможность непрерывных измерений при сетевом питании; небольшие габаритные размеры, легкость; возможность питания от батареи; оснащение удобным для переноски чемоданом. Измеритель можно применять при работе как в полевых условиях, так и в лабораторных.

Оснащение датчиками: кислородный датчик; комбинированный электрод рН; ионоселективный хлоридный электрод; ионоселективный нитратный электрод; два электрода сравнения с двойным ключом; термодетектор.

#### Основные технические данные

|                                          |                             |
|------------------------------------------|-----------------------------|
| Диапазон измерения:                      |                             |
| содержания растворенного кислорода, мг/л | 0...19,9                    |
| рН и рХ                                  | 0...14,0                    |
| температуры, °С                          | 0... $\pm 100$              |
| Точность измерения:                      |                             |
| содержания растворенного кислорода, %    | $\pm 0,5$                   |
| рН, рХ                                   | $\pm 0,02$                  |
| температуры, °С                          | $\pm 1$ (с датчиком Pt 100) |
| Питание:                                 |                             |
| батарейное                               | Батарея 6Г 22(9В)           |
| сетевое                                  |                             |
| напряжением, В                           | $220 \pm 15 \%$             |
| частотой, Гц                             | 50                          |
| Габаритные размеры, мм:                  |                             |
| электронного прибора                     | $140 \times 200 \times 55$  |
| чемодана                                 | $440 \times 320 \times 120$ |
| Масса, кг                                |                             |
| электронного прибора                     | 0,7                         |
| прибора в чемодане                       | 3,5                         |
| Изготовитель — Польша.                   |                             |

## 2. 8. ПРИБОРЫ ДЛЯ ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО И РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

Быстрое развитие ядерной энергетики и широкое внедрение источников ионизирующих излучений в различных областях науки, техники и народном хозяйстве создало потенциальную угрозу радиационной опасности для человека и



загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами. Поэтому вопросы защиты от ионизирующих излучений (или радиационная безопасность) превратились в одну из важнейших проблем современности.

Радиоактивность — это способность некоторых химических элементов (урана, тория, радия и др.) самопроизвольно распадаться и испускать невидимые излучения. Такие элементы называют радиоактивными. Самопроизвольный распад радиоактивных ядер сопровождается ионизирующим излучением.

Излучение, отклоняющееся в сторону отрицательного полюса, называют  $\alpha$ -излучением, положительного полюса —  $\beta$ -излучением, а не отклоняющееся магнитным полем —  $\gamma$ -излучением (оно не имеет электрического заряда).

Основные задачи дозиметрии ионизирующих излучений — определение дозы или мощности дозы излучения в средах от различных видов излучения, измерение активности радиоактивных препаратов, установление соотношений между активностью радиоактивного вещества и создаваемой им дозой.

Для целей дозиметрии и защиты от излучений применяют приборы для измерения количественных характеристик ионизирующего излучения — радиометры, дозиметры и спектрометры. Радиометры предназначены для измерения активности и плотности потоков ионизирующего излучения, дозиметры — для измерения дозы излучения, спектрометры — для измерения распределения излучения по определенному параметру. Универсальные приборы совмещают функции дозиметра и радиометра, спектрометра и радиометра.

Наиболее широко используют радиометры. Эти приборы отличаются друг от друга измерительными и эксплуатационными параметрами, а также конструктивными особенностями. Разнообразие радиометров объясняется существованием различных видов ионизирующего излучения.

**Радиометр жидкостей РЖС-05.** Предназначен для измерения объемной активности нуклидов в пробах воды по  $\beta$ - или  $\alpha$ -излучениям. Градуировка и определение чувствительности прибора проведены по образцовым растворам нуклидов: Т,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{204}\text{Tl}$ ,  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ ,  $^{144}\text{Ce} + ^{144}\text{Pr}$ ,  $^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ .

Радиометр можно использовать для контроля воды, содержащей другие  $\beta$ -активные или тяжелые  $\alpha$ -активные нуклиды, после установления его чувствительности к излучению нуклидов в реальных аттестованных растворах.

Прибор состоит из устройства детектирования УДЖС-01П, счетного устройства УСЧ-01П и набора измерительных кювет. В нем используются три типа сцинтилляционных детекторов: пленка-лента с рабочей поверхностью  $10\,000\text{ см}^2$ ; жидкий сцинтиллятор ЖС-8; сорбент-сцинтиллятор  $\text{ZnS (Ag)}$ .

В зависимости от измерительных задач, вида и граничной энергии излучения берут соответствующие детектор и кювету (табл. 2.41). Кювету с расположенными в ней детектором и исследуемой пробой воды устанавливают в устройство детектирования УДЖС-01П между двумя фотоэлектронными умножителями.

Смена кюветы не требует усилий и занимает не более 1 мин. Светозатворы обеспечивают защиту ФЭУ от внешнего света во время измерений и при смене кювет.

В корпусе устройства детектирования УДЖС-01П расположены электронные узлы усиления, временного и амплитудного отбора сигналов, а также узлы высоковольтного питания ФЭУ. Счет импульсов, вывод информации на цифровой индикатор и преобразование напряжения сети или автономного источника в



**2.41. Диапазон измерений и чувствительность радиометров жидкостей РЖС-0,5 с различными детекторами**

| Нуклид, вид и граничная энергия излучения $E$ , МэВ                            | Детектор             | Диапазон измерений, Бк/л               | Чувствительность, имп. л/с |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------|----------------------------|
| T, $E_{\beta} = 0,018$                                                         | ЖС-8                 | $1,85 \cdot 10^3 \dots 3,7 \cdot 10^7$ | $1,2 \cdot 10^{-4}$        |
| $^{14}\text{C}$ , $E_{\beta} = 0,156$                                          | ЖС-7                 | $1,85 \cdot 10^2 \dots 3,7 \cdot 10^5$ | $8 \cdot 10^{-4}$          |
| $^{60}\text{Co}$ , $E_{\beta} = 0,318$                                         | Пленка               | $3,7 \dots 3,7 \cdot 10^3$             | 0,12                       |
| $^{137}\text{Cs}$ , $E_{\beta} = 0,514$                                        | То же                | $3,7 \dots 3,7 \cdot 10^3$             | 0,13                       |
| $^{204}\text{Tl}$ , $E_{\beta} = 0,765$                                        | "                    | $3,7 \dots 3,7 \cdot 10^3$             | 0,12                       |
| $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ , $E_{\beta} = 0,546$ , $E_{\beta} = 2,18$    | "                    | $3,7 \dots 3,7 \cdot 10^3$             | 0,2                        |
| $^{144}\text{Ce} + ^{144}\text{Pr}$ , $E_{\beta} = 0,315$ , $E_{\beta} = 2,99$ | "                    | $3,7 \dots 3,7 \cdot 10^3$             | 0,18                       |
| $^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$ , $E_{\beta} = 0,039$ , $E_{\beta} = 3,54$ | "                    | $3,7 \dots 3,7 \cdot 10^3$             | 0,23                       |
| Смесь нуклидов                                                                 | "                    | $3,7 \dots 3,7 \cdot 10^3$             | 0,16                       |
| $^{239}\text{Pu}$ , $E_{\alpha} = 5,15$                                        | Сорбент-сцинтиллятор | $1,85 \dots 1,85 \cdot 10^3$           | 0,30                       |

**Основные технические данные**

Допустимая основная погрешность измерений, %:

отдельных радионуклидов

$\pm 30$

смеси радионуклидов

$\pm 50$

Фон в защите, имп/с:

с детектором из пленки-ленты

8

с жидким сцинтиллятором ЖС-8

1,5

с сорбентом-сцинтиллятором

0,5

Фон без защиты, имп/с:

с детектором из пленки-ленты

25

с жидким сцинтиллятором ЖС-8

3

с сорбентом-сцинтиллятором

0,5

Нестабильность показаний за 8 ч непрерывной работы, %

$\pm 3$

Время измерения одной пробы, мин

30

Объем пробы при измерении, мл:

с жидким сцинтиллятором ЖС-8

1

с детектором из пленки-ленты и с сорбентом-сцинтиллятором

600

Напряжение питания, В (Гц)

220 (50)

и автономное

Рабочий диапазон температуры, °С

5...50

Габаритные размеры, мм:

устройства детектирования УДЖС-01П

600 × 280 × 300

счетного устройства УСЧ-01П

320 × 240 × 110

Масса, кг

УДЖС-01П

15

УСЧ-01П

5

напряжения требуемых номиналов осуществляются электронными узлами, расположенными в счетном устройстве.

Принцип работы радиометра заключается в преобразовании энергии регистрируемого  $\beta$ - или  $\alpha$ -излучения в электрические сигналы.



**Радиометр жидких, сыпучих, пастообразных продуктов РКГ-05П.** Предназначен для измерения объемной и удельной активности  $\gamma$ -излучающих нуклидов в жидких, сыпучих, пастообразных и других пробах, в том числе пробах сельскохозяйственной продукции. Прибор обеспечивает измерение на уровне допустимых концентраций и ниже. Его можно использовать для проведения санитарно-гигиенического контроля в лабораториях и на промышленных предприятиях как самостоятельно, так и совместно со стандартной электронно-физической аппаратурой (блоки низковольтного питания и пересчетные приборы).

Достоинства радиометра:

высокая избирательная чувствительность к  $\gamma$ -излучению в ограниченном диапазоне энергий (например  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  или их суммы с известным процентом соответственно);

экспрессность при подготовке проб и проведении измерений;

контроль работоспособности всего измерительного тракта и его составных частей отдельно (пульт измерительный и блок детектирования);

автоматическое переключение поддиапазонов измерения пульта в пределах пяти десятичных порядков;

автоматическая звуковая и трехзонная световая сигнализация;

возможность регистрации показаний на ленте многоточечного самопишущего потенциометра с индикацией каждого десятичного порядка поддиапазона измерений от 1 до  $10^5$ ;

возможность подключения любого пересчетного устройства;

высокая механическая стабильность и прочность к внешним воздействиям;

стойкость к дезактивирующим и обеззараживающим средствам.

Прибор состоит из измерительного пульта, блока сигнализации БСР-19П (из радиометра газов РГБ-06) и блока детектирования БДЭГ-13П ("Орешник"), размещенного в свинцовой защите.

Измерительный пульт имеет настольно-щитовое исполнение. На его передней панели расположены показывающий прибор, звуковой сигнализатор ДЭМ-4М, переключатели режима работы и световые индикаторы к ним. На задней панели пульта установлены: разъемы для подключения блока детектирования, блока сигнализации, сетевого питания, самопишущего потенциометра; клемма защитного заземления; разъем для контроля входного сигнала с блока детектирования на измерительный пульт (или для подключения к нему пересчетного прибора или электронного частотомера для измерения частоты импульсов, поступающих с блока детектирования); переключатели коэффициента нормирования, сетевого питания, блока сигнализации, дискретного изменения порога срабатывания сигнализации и два резистора плавного изменения порога срабатывания сигнализации.

Блок сигнализации БСР-19П используют для рутинных измерений и отбраковки. Он представляет собой "светофор" в прямоугольном пластмассовом корпусе, в котором размещены узел питания и управления и лампы зеленого, желтого, красного цвета. Зеленый свет настраивают на объемную (удельную) активность проб в пределах естественной, желтый — на объемную активность проб в пределах допустимой концентрации, красный — на активность проб выше предельно допустимой концентрации для данного вида пробы (сельскохозяйственной продукции). На торцевой поверхности блока установлены разъемы для соединения с измерительным пультом и звуковой сигнализацией — громкоговорителем с



полным звуковым сопротивлением не менее 900 м и мощностью от 1 до 18 В · А, сопровождающей красный световой сигнал.

Блок детектирования БДЭГ-13П представляет собой цилиндр переменного сечения, в верхней части которого размещен сцинтилляционный блок на основе монокристалла NaI (Тl) размером  $\varnothing 63 \times 63$  мм с встроенным контрольным источником радионуклида. В нижней части цилиндра находится шасси с элементами электрической схемы, в состав которой входит дифференциальный дискриминатор с регулируемыми (с помощью потенциометров) верхним и нижним уровнями регистрируемых сигналов.

В основании блока детектирования расположены разъем для подключения к пульту управления и подстроечный потенциометр для регулирования чувствительности.

Блок детектирования имеет штатную свинцовую защиту или находится в свинцовом домике (несущий каркас заполняют стандартными свинцовыми кирпичами).

Принцип работы радиометра РКГ-05П заключается в преобразовании физической информации в электрические сигналы с последующим измерением их параметров. Функцию преобразователя выполняет сцинтилляционный детектор, состоящий из кристалла-сцинтиллятора и фотоэлектронного умножителя. Импульсные сигналы с фотоэлектронного умножителя после усиления и отбора по амплитуде дифференциальным дискриминатором преобразуются в последовательность логических сигналов, средняя частота повторения которых пропорциональна измеряемой физической величине. Эти логические сигналы поступают на счетчик емкостью  $10^2$  или  $10^3$  импульсов, включаемый в зависимости от заданной статистической погрешности результата измерения. Время заполнения счетчика фиксируется таймерным устройством, и значение, обратное времени заполнения счетчика, выводится на аналоговый показывающий прибор, а также на выходной разъем для подключения многоточечного самопишущего потенциометра.

Шкала показывающего прибора отградуирована в единицах объемной (удельной) активности контролируемого типа пробы, например жидкости.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                                                                       |                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерения объемной (удельной) активности радионуклидов $^{134}\text{Cs}$ , $^{137}\text{Cs}$ или их суммы с известным процентным соотношением в пробе, Бк/л (кг) [Ки/л (кг)] | $20 \dots 2 \cdot 10^5$<br>$5 \cdot 10^{-10} \dots 5 \cdot 10^{-6}$ |
| Основная погрешность измерения в доверительном интервале 0,95, %                                                                                                                      | $\pm 25$                                                            |
| Дополнительная погрешность измерения активности радионуклида $^{134}\text{Cs}$ , $^{137}\text{Cs}$ , %:                                                                               |                                                                     |
| обусловленная наличием в пробе                                                                                                                                                        |                                                                     |
| $^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$                                                                                                                                                   | $\leq 26$                                                           |
| $^{144}\text{Ce} + ^{144}\text{Pr}$                                                                                                                                                   | $\leq 45$                                                           |
| от общей активности пробы                                                                                                                                                             | $\leq 30$                                                           |
| Время измерения минимальной активности 20 Бл/л (кг), с                                                                                                                                | $\leq 300$                                                          |
| Объем измерительной кюветы, л                                                                                                                                                         | $1,0 \pm 0,1$                                                       |
| Масса измеряемых проб, кг                                                                                                                                                             | $0,8 \dots 1,3$                                                     |
| Собственный фон при измерениях в защите из свинца с толщиной стенок не менее 500 мм, $\text{с}^{-1}$                                                                                  | $\leq 7$                                                            |
| Время непрерывной работы, ч                                                                                                                                                           | $\leq 8$                                                            |



|                                                            |                 |
|------------------------------------------------------------|-----------------|
| Нестабильность за 8 ч непрерывной работы, %                | $\leq \pm 5$    |
| Потребляемая мощность, В · А                               | $\leq 50$       |
| Рабочий диапазон температур, °С                            | 10...35         |
| Наработка на отказ, ч                                      | 5000            |
| Срок службы, лет                                           | 6               |
| Габаритные размеры, мм:                                    |                 |
| измерительного пульта                                      | 200 × 230 × 375 |
| блока детектирования                                       | 90 × 530        |
| " сигнализации                                             | 105 × 250 × 110 |
| защиты на основе стандартных свинцовых кирпичей типа БС-50 | 380 × 380 × 765 |
| Масса, кг:                                                 |                 |
| измерительного пульта                                      | 7,0             |
| блока детектирования                                       | 2,8             |
| " сигнализации                                             | 2,5             |
| защиты на основе стандартных свинцовых кирпичей типа БС-50 | 240             |
| Изготовитель — В/О "Изотоп".                               |                 |

**Радиометр РКС-08П.** Это универсальная радиометрическая многофункциональная установка, предназначенная для экспрессного анализа объемной и удельной активности жидких, сыпучих и твердых проб внешней среды, пищевых продуктов, технологических растворов и аэрозольных фильтров при контроле загрязненности воздушной среды. Ее можно использовать в лабораторных и полевых условиях.

Только радиометр РКС-08П позволяет измерять  $\beta$ -излучающие нуклиды в энергетическом диапазоне от 3 кэВ (от трития) и без ограничения в жесткую область, при этом зависимость чувствительности от энергии регистрируемых нуклидов начиная от 0,2 МэВ минимальная по сравнению как с отечественным, так и зарубежным аналогами.

Установка оснащена сменными детекторами (жидкий сцинтиллятор, сцинтиллирующие пластины, пленки) и измерительными кюветами, которые легко дезактивировать в случае радиохимического загрязнения.

Радиометр имеет три модификации, различающиеся по комплектности поставки:

РКС-08П — устройства детектирования УДКС-01П, УДКС-01П1, пульт УСЧ-01П

РКС-08П1 — устройство детектирования УДКС-01П, пульт УСЧ-01П;

РКС-08П2 — устройство детектирования УДКС-01П1, пульт УСЧ-01П.

Диапазоны измерения активности проб указаны в таблице 2.42.

**2.42. Диапазоны измерения радиоактивности проб**

| Устройство детектирования | Нуклид                             | Тип пробы         | Диапазон измерения, Бк. л <sup>-1</sup> (кг <sup>-1</sup> ), Бк |
|---------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------|
| УДКС-01П                  | <sup>3</sup> H                     | Вода              | $1 \cdot 10^4 \dots 1 \cdot 10^7$                               |
|                           | <sup>14</sup> C                    | То же             | $1,85 \cdot 10^2 \dots 1 \cdot 10^7$                            |
|                           | <sup>239</sup> Pu                  | "                 | $1,85 \dots 1,85 \cdot 10^3$                                    |
|                           |                                    | Пробы на фильтрах | $1 \dots 1 \cdot 10^3$                                          |
|                           | <sup>90</sup> Sr + <sup>90</sup> Y | То же             | $1 \dots 1 \cdot 10^3$                                          |
|                           | <sup>90</sup> Sr + <sup>90</sup> Y | Вода              | $3,7 \dots 3,7 \cdot 10^3$                                      |
| 282                       | <sup>204</sup> Tl                  | То же             | $3,7 \dots 3,7 \cdot 10^3$                                      |



| Устройство<br>детектирования | Нуклид                              | Тип пробы            | Диапазон измерения,<br>Бк. л <sup>-1</sup> (кг <sup>-1</sup> ), Бк |
|------------------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------|
| УДКС-01П1                    | <sup>3</sup> H                      | "                    | $1,85 \cdot 10^3 \dots 3,7 \cdot 10^7$                             |
|                              | <sup>14</sup> C                     | "                    | $1,85 \cdot 10^2 \dots 3,7 \cdot 10^5$                             |
|                              | <sup>239</sup> Pu                   | "                    | $1,85 \dots 1,85 \cdot 10^3$                                       |
|                              |                                     | Пробы на<br>фильтрах | $1 \dots 1 \cdot 10^3$                                             |
|                              | <sup>90</sup> Sr + <sup>90</sup> Y  | То же                | $1 \dots 1 \cdot 10^3$                                             |
|                              | <sup>90</sup> Y                     | Вода                 | $3,7 \dots 3,7 \cdot 10^3$                                         |
|                              | <sup>237</sup> Cs, <sup>60</sup> Co | "                    | $3,7 \dots 3,7 \cdot 10^3$                                         |
|                              | <sup>204</sup> Tl                   | "                    | $3,7 \dots 3,7 \cdot 10^3$                                         |

## Основные технические данные

Основная погрешность измерения, %:

образцовых источников

± 20

жидких, сыпучих образцов

± (30...35)

Чувствительность определения, с<sup>-1</sup> · Бк<sup>-1</sup> · л:<sup>3</sup>H $0,36 \cdot 10^{-4}$ <sup>90</sup>Sr + <sup>90</sup>Y:

в воде

 $2,0 \cdot 10^{-1}$ 

в пробах на аэрозольных фильтрах

0,8

<sup>239</sup>Pu в воде

0,2

Уровень собственного фона устройств детектирования в свинцовой  
защите 50 мм, с<sup>-1</sup>:

УДКС-01П

0,5...8

УДКС-01П1

0,5...2

Напряжение питания, В:

сеть

220 (50 Гц)

внешний источник постоянного тока

12

Наработка на отказ, ч

≥ 6000

Срок службы, лет

≥ 6

Габаритные размеры, мм:

УДКС-01П

450 × 395 × 230

УДКС-01П1

370 × 395 × 230

УСЧ-01П

320 × 240 × 110

Масса, кг:

УДКС-01П

13

УДКС-01П1

11

УСЧ-01П

5

**Радиометр РУБ-01П6.** Предназначен для измерения удельной и объемной активности проб объектов внешней среды, содержащих радионуклиды цезий-134 или цезий-137 или оба сразу с известным процентным соотношением. Его можно использовать для санитарно-гигиенического контроля жидких, сыпучих, пастообразных и других проб, в том числе проб сельскохозяйственной продукции удельной плотностью 0,2...1,5 г/см<sup>3</sup>, любой влажности, в лабораториях, на про-



мышленных предприятиях, а также в условиях передвижных полевых лабораторий.

Прибор состоит из блока детектирования БДНГ-03П и измерительного устройства УИ-38П2.

Блок детектирования БДНГ-03П представляет собой цилиндр переменного сечения, в верхней части которого под защитным пластмассовым колпаком размещен сцинтилляционный блок на основе кристалла NaI (TI) размером  $\varnothing 63 \times 63$  мм, в нижней — шасси с электронными платами узла высоковольтного питания, зарядочувствительного усилителя, двух интегральных дискриминаторов с регулируемыми нижними уровнями и схема селекции импульсов. Схема селекции импульсов имеет три выхода: спектрометрический и два выхода сформированных сигналов, соответствующих энергии излучения радионуклидов цезия (300...900 кэВ) и калия (900...2000 кэВ). В основании блока детектирования находится разъем для подключения к измерительному устройству.

Для уменьшения влияния внешнего гамма-фона блок детектирования установлен в сборной свинцовой защите с толщиной стенок 50 мм.

Контролируемую пробу размещают в измерительной кювете (сосуде Маринелли) объемом 1 л.

Измерительное устройство УИ-38П2 — переносное. Его каркас представляет собой раму прямоугольной формы из алюминия с выдвижной ручкой. В верхней части рамы находятся печатные платы, содержащие электронные узлы и органы управления, в нижней части — универсальный узел питания для работы от сети или источника постоянного тока, например автомобильного аккумулятора. Снизу и сверху к раме прикреплены защитные кожухи из пластмассы.

Радиометр оснащен дополнительными программируемыми электронными узлами, обеспечивающими автоматическое вычитание фона, автоматическое нормирование измеряемой физической величины, компенсацию вклада радиоактивного калия, содержащегося в пробах, и несколькими входными счетчиками импульсов, обеспечивающими фиксированную статистическую погрешность однократного измерения 25; 12; 6 %, которые позволяют проводить как экспрессные оценочные измерения, необходимые при массовом контроле большого числа проб средней и высокой активности, так и высокоточные прецизионные измерения проб малых активностей.

Измерительное устройство УИ-38П2 осуществляет накопление и обработку импульсов, поступающих с блока детектирования, и вывод информации в экспоненциальном виде на цифровые индикаторы, а также (о спектральном составе контролируемого излучения) на анализатор импульса.

При подключении внешнего пересчетного устройства (например, ПС02-4аМ) радиометр может обеспечить измерение удельной или объемной активности проб до  $5 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1} (\text{л}^{-1})$  при суммарном времени измерения 30 мин. Для дополнительной обработки результатов измерения в УИ-38П2 предусмотрен выход на ЭВМ.

#### Основные технические данные

Диапазон измерения,  $\text{Бк} \cdot \text{кг}^{-1} (\text{л}^{-1})$  [ $\text{Ки} \cdot \text{кг}^{-1} (\text{л}^{-1})$ ]

20...2 · 10<sup>5</sup>

Основная погрешность измерения в доверительном интервале 0,95, %

[5 · 10<sup>-10</sup>...5 · 10<sup>-6</sup>]  
±50 [20...100  $\text{Бк} \cdot \text{кг}^{-1} (\text{л}^{-1})$ ]; ±25 [выше  
100  $\text{Бк} \cdot \text{кг}^{-1} (\text{л}^{-1})$ ]



|                                                                                                                                                                                               |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Дополнительная погрешность измерения при наличии в пробе $^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$ (до 20 % общей активности) или $^{144}\text{Ce} + ^{144}\text{Pr}$ (до 45 % общей активности), % | $\leq 30$                   |
| Время измерения активности радионуклида $20 \text{ Бк} \cdot \text{л}^{-1}$ в воде, мин                                                                                                       | $\leq 5$                    |
| Масса измеряемых проб, кг                                                                                                                                                                     | 0,2...1,5                   |
| Собственный фон при измерениях в защите из свинца 50 мм, $\text{с}^{-1}$                                                                                                                      | $\leq 7$                    |
| Время непрерывной работы, ч:                                                                                                                                                                  |                             |
| при питании от автономного источника                                                                                                                                                          | $\leq 8$                    |
| при питании от сети                                                                                                                                                                           | $\leq 24$                   |
| Нестабильность за 8 ч непрерывной работы, %                                                                                                                                                   | $\pm 8$                     |
| Потребляемая мощность, В · А                                                                                                                                                                  | 15                          |
| Рабочий диапазон температур, $^{\circ}\text{C}$                                                                                                                                               | 5...35                      |
| Наработка на отказ, ч                                                                                                                                                                         | 4000                        |
| Срок службы, лет                                                                                                                                                                              | 6                           |
| Габаритные размеры, мм:                                                                                                                                                                       |                             |
| измерительного устройства                                                                                                                                                                     | $325 \times 215 \times 115$ |
| блока детектирования                                                                                                                                                                          | $\approx 100 \times 270$    |
| свинцовой защиты                                                                                                                                                                              | $336 \times 490 \times 761$ |
| Масса, кг:                                                                                                                                                                                    |                             |
| измерительного устройства                                                                                                                                                                     | 4,5                         |
| блока детектирования                                                                                                                                                                          | 2,5                         |
| свинцовой защиты                                                                                                                                                                              |                             |

**Бета-радиометры РУБ-01П.** Предназначены для измерения объемной и удельной активности радионуклидов  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{144}\text{Ce} + ^{144}\text{Pr}$ ,  $^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{40}\text{K}$  в пробах воды, молока, почвы, сыпучих пищевых продуктов на уровне допустимых концентраций и ниже, а также в пробах, приготовленных методами радиохимического выделения и концентрирования. Их применяют для комплексного санитарно-гигиенического контроля в полевых и лабораторных условиях, можно использовать самостоятельно или с программируемым микрокалькулятором "Электроника МК-44", а также с любым принтером, работающим в интерфейсе ИРПР (например, печатающее устройство УВВПЧ-30-004).

В состав бета-радиометров входят измерительное устройство УИ-38П1 и сменные блоки детектирования – БДЖБ-05П1, БДЖБ-06П и БДЖБ-06П1 (в зависимости от варианта исполнения).

К нижней части устройства УИ-38П1 крепятся сменные узлы питания – сетевой или автономный. Для переноски оно снабжено встроенной выдвижной ручкой.

Блоки детектирования, преобразующие энергию излучения  $\beta$ -частиц и  $\gamma$ -квантов в электрические импульсы, частота которых пропорциональна активности контролируемой среды, могут работать самостоятельно со стандартной электронно-физической аппаратурой. Импульсы с блоков детектирования поступают на измерительное устройство, где осуществляется измерение их числа в единицу времени.

Управляют бета-радиометром с помощью четырех кнопочных переключателей – "СЕТЬ", "ЭКСПОЗ", "ПУСК" и "СТОП", установленных на лицевой (верхней) панели измерительного устройства УИ-38П1. Индикация показаний осуществляется на пятиразрядном цифровом табло. Микрокалькулятор и принтер



для автоматической обработки результатов измерения и отображения на бумажной ленте подключают через соответствующие разъемы, расположенные с тыльной стороны в верхней крышке измерительного устройства. Там же находится разъем для подключения сменных блоков детектирования. Слева и справа от цифрового табло бета-радиометра расположены светодиоды: три слева отображают включение радиометра, режим переполнения счетчика или вывода информации; семь справа — время экспозиции единичного измерения (1; 10; 100; 1000; 1800 с и  $\infty$ ) и режим контроля работоспособности радиометра К. Для удобства работы оператора в измерительном устройстве встроена звуковая сигнализация, подающая короткий единичный сигнал в момент окончания каждого единичного измерения.

Входной разъем пульта управления отвечает стандартным требованиям по сопряжению электрических параметров подключаемых блоков детектирования, что позволяет наращивать радиометр новыми блоками детектирования для измерения радиоактивных загрязнений по  $\alpha$ - или  $\gamma$ -излучению. Например, пульт радиометра можно использовать с блоком детектирования БДЭГ-13П для контроля радиоактивной загрязненности проб по  $\gamma$ -излучению радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  удельной активностью до  $5 \cdot 10^{-10}$  Ки/кг.

Блок детектирования БДЖБ-05П1 выполнен на основе сцинтилляционных пластин-световодов полного внутреннего отражения из пластмассы. Светосбор осуществляется с противоположных торцевых поверхностей пластин-световодов, оптически сочлененных с фотокатодами двух фотоэлектронных умножителей (ФЭУ), включенных на схему совпадений. Блок детектирования позволяет измерять радиоактивную объемную и удельную активность проб на уровне естественного содержания радионуклидов. Объем измеряемой пробы —  $800 \text{ см}^3$ .

Блоки детектирования БДЖБ-06П и БДЖБ-06П1 выполнены на основе комбинированного сцинтилляционного детектора в виде диска, оптически сочлененного с фотокатодом ФЭУ. Для размещения и обсчета контролируемых проб блоки детектирования имеют выдвижную кассету. Объем измеряемых проб составляет 6 и  $40 \text{ см}^3$  соответственно.

По устойчивости к воздействию температуры и влажности окружающего воздуха бета-радиометры соответствуют группе ВЗ, а по степени защищенности от воздействия воды — группе 1РХ2 ГОСТ 14254–80. Они имеют виброустойчивое исполнение по группе 3 ГОСТ 12997–84.

Комплектность поставки: измерительное устройство УИ-38П1; комплект запасных частей и принадлежностей; блоки детектирования в зависимости от модификации радиометра.

Диапазоны измерений бета-радиометра приведены в таблице 2.43.

2.43. Диапазоны измерений бета-радиометра РУБ-01П

| Блок детектирования | Тип пробы | Диапазон измерения, Бк/л; Бк/кг<br>(Ки/л; Ки/кг)                              |
|---------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|
| БДЖБ-05П1           | Вода      | $1,9 \dots 3,7 \cdot 10^3 (5 \cdot 10^{-11} \dots 1 \cdot 10^{-7})$           |
| БДЖБ-06П            | "         | $2,0 \cdot 10^3 \dots 3,7 \cdot 10^6 (5 \cdot 10^{-8} \dots 1 \cdot 10^{-4})$ |
| БДЖБ-06П1           | "         | $2,0 \cdot 10^2 \dots 2 \cdot 10^5 (5 \cdot 10^{-9} \dots 5 \cdot 10^{-6})$   |



Примечание. При измерениях в доверительном интервале 0,68 за 30 мин измерения минимально измеряемая активность может быть снижена: до 1 Бк/л ( $2 \cdot 10^{-11}$  Ки/л) при работе с блоком детектирования БДЖБ-05П1; до 37 Бк/л ( $1 \cdot 10^{-9}$  Ки/л) при работе с блоком детектирования БДЖБ-06П1; до  $2 \cdot 10^2$  Бк/л ( $5 \cdot 10^{-9}$  Ки/л) при работе с блоком детектирования БДЖБ-06П.

#### Основные технические данные

|                                                                                             |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Допустимая основная относительная погрешность в крайней нижней точке диапазона измерения, % | $\pm 50$        |
| Напряжение питания:                                                                         |                 |
| от сети переменного тока, В                                                                 | 220 (50 Гц)     |
| от внешнего источника постоянного тока                                                      |                 |
| напряжением, В                                                                              | +6 и +12        |
| емкостью, А · ч                                                                             | $\geq 2$        |
| током, А                                                                                    | $\geq 0,15$     |
| Наработка на отказ, ч                                                                       | 2500            |
| Срок службы, лет                                                                            | 6               |
| Габаритные размеры, мм:                                                                     |                 |
| измерительного устройства УИ-38П1                                                           | 322 × 210 × 103 |
| блоков детектирования:                                                                      |                 |
| БДЖБ-05П1                                                                                   | 680 × 190 × 106 |
| БДЖБ-06П                                                                                    | 300 × 210 × 116 |
| БДЖБ-06П1                                                                                   | 322 × 245 × 125 |
| Масса, кг:                                                                                  |                 |
| УИ-38П1                                                                                     | 4,5             |
| БДЖБ-05П1                                                                                   | 5,5             |
| БДЖБ-06П                                                                                    | 3,5             |
| БДЖБ-06П1                                                                                   | 4,0             |

### 3. ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ

#### 3.1. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОДНОГО ПОТОКА И УЧЕТ ЕГО СТОКА

В соответствии с ГОСТ 17.1.3.07–82 "Правила контроля качества воды водоемов и водотоков" программа контроля по гидрологическим показателям предусматривает определение следующих параметров: расхода воды (на водотоках), скорости течения (при опорных измерениях расхода) или уровня воды (на водоемах).

**Уровень воды.** Высоту поверхности воды в водном объекте над условной горизонтальной плоскостью сравнения (неизменной по высоте) называют *уровнем воды*, а устройство для измерения уровня воды в водотоке или водоеме — *водомерным постом*.

Высотное положение измерительных устройств водомерных постов необходимо систематически проверять, поэтому их оборудуют реперами — основными и контрольными. Контрольные реперы предназначены для систематического контроля за высотным положением водомерных устройств.

По конструкции различают водомерные посты:



непередаточные, на которых уровень воды отсчитывают непосредственно по делениям рейки, смачиваемой водой;

передаточные, где уровень воды фиксируется на некотором расстоянии от ее свободной поверхности, то есть положение уровня воды передается регистрирующей части прибора при помощи датчика.

Передаточные посты бывают нескольких видов: с неавтоматическими отметчиками уровня воды; с автоматическими отметчиками уровня воды; с непрерывной регистрацией уровня воды при помощи специальных приборов — самописцев уровня воды или лимниграфов; с дистанционными устройствами, позволяющими измерять уровни воды на значительном расстоянии от водного объекта. Из дистанционных уровнемеров наиболее часто применяют такие, у которых показания датчиков уровня преобразуются в электрические импульсы, передаваемые с помощью линии связи на значительные расстояния от водного объекта.

Кроме реперов водомерные посты оборудуют рейками для регистрации предельных уровней воды.

В практике гидрометрических измерений наиболее широко используют самописец уровня "Валдай" (рис. 3.1). Поплавок 2 прибора поднимается или опускается вместе с уровнем воды. Это движение поплавка передается на передаточный и часовой механизмы, с помощью которых на разграфленной бумаге (ленте) записывается график изменения уровня воды во времени. Длина троса (длина окружности) на колесе 4 — 300 мм, а на колесе 5 — 600 мм, поэтому один оборот поплавкового колеса совершается при изменении уровня воды соответственно через 300 или 600 мм. Поплавковое колесо через шестерни 6 и 17 (передаточное отношение 1:5) вращает барабан 16, на котором находится диаграммная бумага (лимниграмма), удерживаемая в прорези зажимом. Перо 15 укреплено на каретке 10, которая скользит по двум направляющим стержням 12 параллельно оси барабана. Через каретку 10 проходит гибкая тонкая стальная струна, к одному концу которой подвешен груз 14, перекинутый через ролик 13. Другой конец струны, проходящей через ролик 9, намотан на барабан 8, укрепленный на оси часового механизма 7. При изменениях уровня воды поплавковая система осуществляет пропорциональное угловое перемещение барабана 16. Одновременно равномерно перемещается и перо 15 — параллельно оси барабана под действием веса груза 14, сматывающего струну 11 с барабана 8, установленного на оси часового механизма 7. При этом на диаграммной бумаге записывается график изменения уровня воды по времени.

Установки самописцев уровня включают:

собственно самописец, размещаемый горизонтально на прочном столике 5 (рис. 3.2) или кронштейнах с учетом возможной амплитуды колебаний уровня воды;

колодец 3 для гашения волнения и создания условий, исключающих обмерзание поплавка. Отметка дна колодца должна быть ниже минимального уровня воды в реке. Сечение трубы 2, соединяющей водоем с колодцем, принимают равным 0,01...0,05 от площади сечения колодца. Для контроля свободного сообщения водоема с колодцем внутри колодца устанавливают рейку 4, отсчеты по которой сравнивают с показаниями реечного (свайного) поста;

будку 1 для защиты самописца от внешних воздействий.



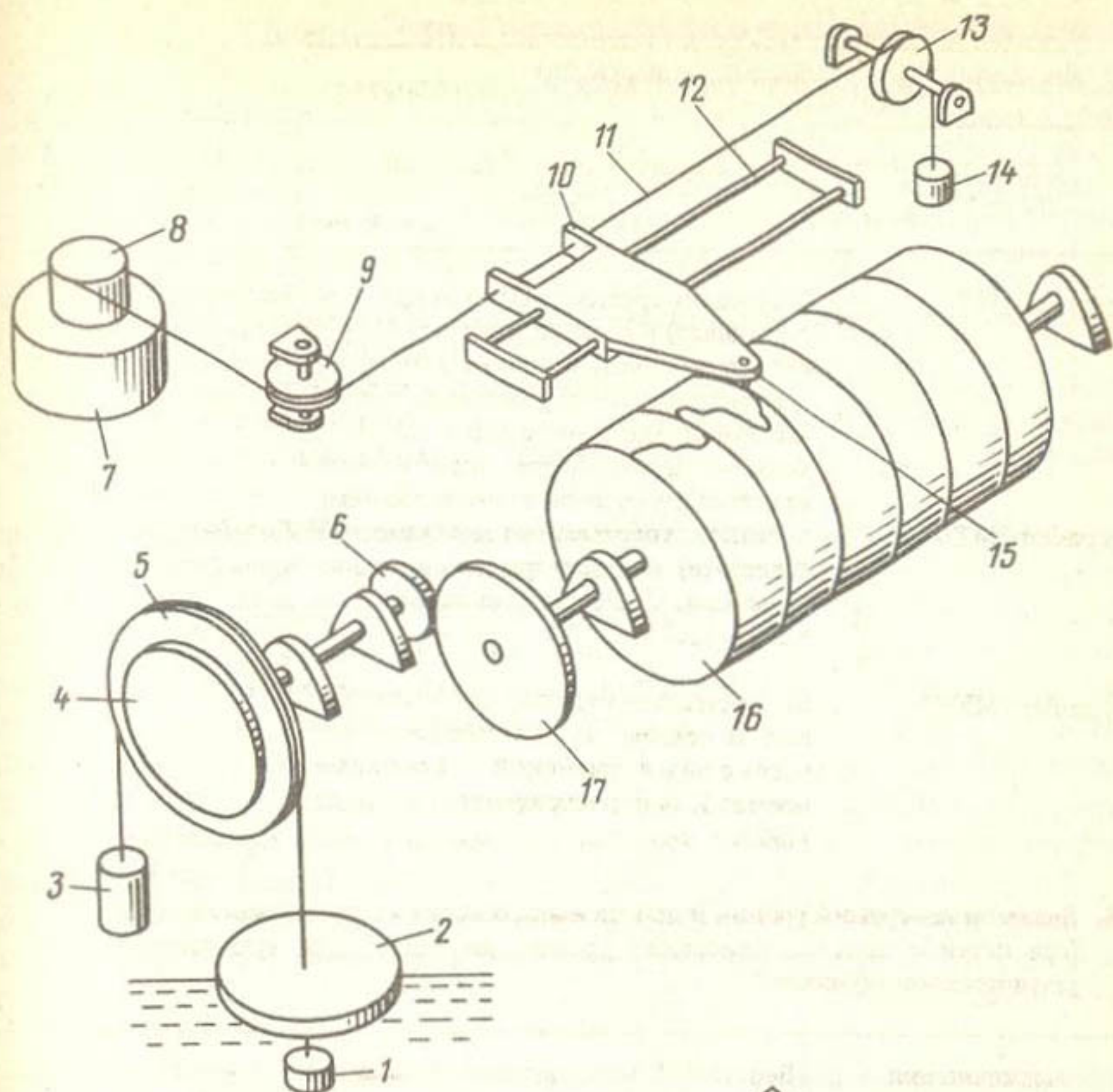


Рис. 3.1. Кинематическая схема самописца уровня "Валдай":

1 — груз поплавка 2; 3 — противовес; 4 и 5 — поплавковые колеса; 6 и 17 — шестерни; 7 — часовой механизм; 8 и 16 — барабаны; 9 и 13 — ролики; 10 — каретка; 11 — струна; 12 — направляющие стержни; 14 — груз; 15 — перо

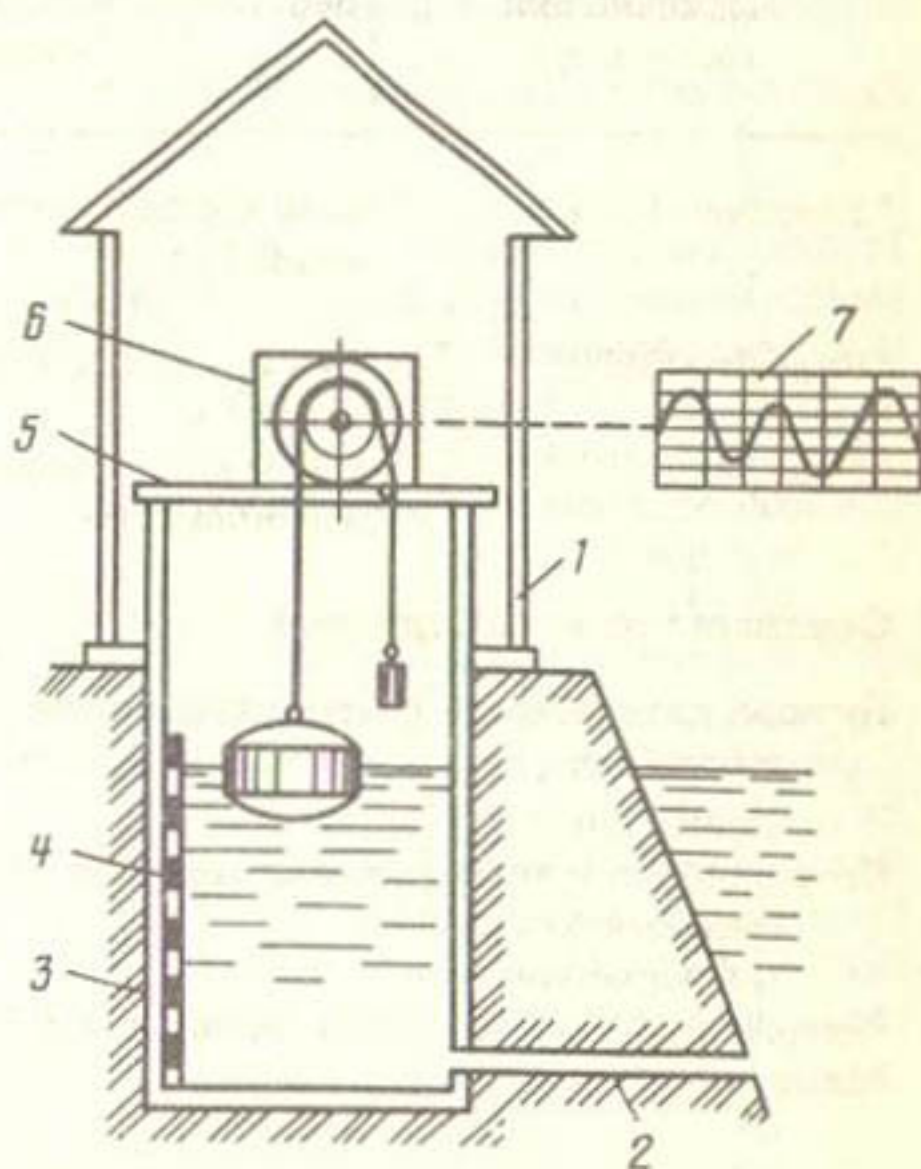


Рис. 3.2. Схема установки берегового типа самописца уровня воды:

1 — будка; 2 — труба; 3 — колодец; 4 — рейка; 5 — столик; 6 — самописец уровня; 7 — барабан



## Основные технические данные самописца уровня "Валдай"

|                                                    |                     |
|----------------------------------------------------|---------------------|
| Предел регистрации изменения уровня воды, м        | 6                   |
| Масштабы записи:                                   |                     |
| уровня                                             | 1:1; 1:2; 1:5; 1:10 |
| времени, мм/ч                                      | 12, 24              |
| Время работы часового механизма для масштаба, ч:   |                     |
| 12 мм/ч                                            | 26                  |
| 24 мм/ч                                            | 13                  |
| Погрешность записи уровня при масштабе записи, мм: |                     |
| 1:1                                                | $\pm 3$             |
| 1:10                                               | $\pm 10$            |
| Габаритные размеры, мм                             | 550 × 265 × 210     |
| Масса, кг                                          | 20                  |

Самописец уровня воды длительного действия ГР-38. Предназначен для регистрации по времени изменений уровня воды на водомерных постах, удаленных от населенных пунктов, которые не может ежесуточно посещать наблюдатель. Поплавковая система этого самописца аналогична поплавковой системе самописца "Валдай". Различаются они лишь тем, что поплавковое колесо самописца ГР-38 состоит из одного, а не из двух дисков. Поэтому в ГР-38 поплавковое колесо приводит в движение не барабан, а каретку с карандашом. Барабан же вращается пропорционально ходу времени под воздействием часового механизма. Масштабы регистрации времени и уровня изменяют, заменяя шестерни в редукторах.

Для размещения самописца необходим колодец с будкой над ним. Столик или полку для установки прибора фундаментально закрепляют в стенке будки или в верхней части колодца выше максимального уровня воды в нем не менее чем на 0,5 м.

## Основные технические данные

|                                                                    |                 |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Диапазон регистрации изменений уровня воды при масштабе записи, м: |                 |
| 1:10                                                               | 0...3           |
| 1:20                                                               | 0...6           |
| Точность регистрации, см                                           | $\pm 1$         |
| Масштаб записи по времени (мм/ч) при частоте вращения барабана:    |                 |
| один оборот за 8 сут                                               | 2,0             |
| " за 16 сут                                                        | 1,0             |
| " за 32 сут                                                        | 0,5             |
| Точность хода часового механизма, мин:                             |                 |
| за сутки                                                           | 5               |
| за 8 сут                                                           | 40              |
| за 16 сут                                                          | 80              |
| за 32 сут                                                          | 160             |
| Длительность хода часового механизма от одного завода, сут         | 38              |
| Диапазон рабочих температур, °C                                    | 30...45         |
| Вероятность безотказной работы за 1000 ч                           | 0,94            |
| Средний срок службы, лет                                           | $\geq 6$        |
| Габаритные размеры, мм                                             | 545 × 305 × 215 |
| Масса, кг                                                          | 22              |



**Самопишущий поплавковый уровнемер ГР-116.** Предназначен для измерения и регистрации уровня воды в реках, озерах, водохранилищах, болотах и прибрежной части морей. Он осуществляет индикацию и регистрацию уровня воды на диаграммной ленте, преобразование уровня воды в электрический сигнал для подключения к автоматическим гидрометеостанциям или другим автоматическим и дистанционным системам.

Питание прибора — от встроенной аккумуляторной батареи либо от любого внешнего источника постоянного тока напряжением 6...9 В.

Отличительные особенности уровнемера ГР-116:

оснащен двухчасовыми приводами — основным (электронно-механическим) и резервным (механическим, позволяющим регистрировать уровень воды при отсутствии источников электроэнергии);

автоматическая индикация измеряемого уровня воды;

поплавковый датчик с двойной петлей исключает проскальзывание троса;

возможность использования двух способов записи — карандашом на бумаге или лавсановой кальке и металлическим стержнем на теплочувствительной бумаге ТБ-1.

#### Основные технические данные

|                                                                         |                                |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Диапазон измерений, м                                                   | 0...1; 0...2; 0...5;<br>0...10 |
| Масштаб регистрации:                                                    |                                |
| уровня                                                                  | 1:1; 1:2; 1:5; 1:10; 1:20      |
| времени, ч                                                              | 12; 6; 2; 1; 0,5; 0,25         |
| Основная погрешность измерения (см) при масштабе<br>регистрации уровня: |                                |
| 1:1                                                                     | 1,0                            |
| 1:2                                                                     | 1,5                            |
| 1:5                                                                     | 2,5                            |
| 1:10                                                                    | 5,0                            |
| 1:20                                                                    | 10,0                           |
| Порог чувствительности, мм                                              | 2                              |
| Продолжительность регистрации, сут                                      | 0,7; 1,3; 4; 8; 16; 32         |
| Габаритные размеры, мм                                                  | 500 × 280 × 25                 |
| Масса, кг                                                               | 16                             |

**Датчик уровня воды ДУ01.** Предназначен для измерения в цифровой форме уровня воды с выдачей электрических сигналов контроля при достижении двух любых заданных положений уровня, а также дистанционной передачи результата измерения в виде кода. Он состоит из двух частей — первичного преобразователя и преобразователя "угол — код".

Первичный преобразователь включает поплавок, канат подвески поплавок, мерный барабан, барабан противовеса, канат подвески противовеса и противовес и предназначен для преобразования изменения уровня воды в пропорциональный угол поворота выходного вала.



Преобразователь "угол — код" состоит из счетчика передающего преобразователя, сигнализаторов контроля заданных положений уровня воды и предназначен для преобразования угла поворота входного вала в код, дистанционной передачи результата измерения в виде кода, а также выдачи контрольного электрического сигнала о достижении заданного значения уровня воды.

#### Основные технические данные

|                                                              |                             |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Диапазон измерения, см                                       | 0...400                     |
| Основная погрешность измерения, см:                          |                             |
| счетчика                                                     | $\pm 1,0$                   |
| передающего преобразователя                                  | $\pm 1,0$                   |
| Выходной сигнал                                              | Единично-десятичный код     |
| Число декад                                                  | 3                           |
| Цена единицы младшего разряда, см                            | 1                           |
| Цена деления равномерной шкалы барабана младшего разряда, см | 0,2                         |
| Число разрядных шин                                          | 8                           |
| Электрические параметры разрядной шины датчика:              |                             |
| коммутируемая мощность при работе на активную нагрузку, Вт   | $\leq 9$                    |
| диапазон коммутируемых токов, А                              | $1 \cdot 10^{-4} \dots 0,3$ |
| диапазон коммутируемых напряжений, В:                        |                             |
| для цепи постоянного тока                                    | 5...180                     |
| " переменного тока (действующее значение)                    | 5...120                     |
| Число сигнализаторов контроля заданных положений уровня воды | 2                           |
| Сигнализаторы контроля рассчитаны на коммутации тока:        |                             |
| силой, А                                                     | 2                           |
| напряжением, В                                               | 220                         |
| Погрешность выдачи контрольного электрического сигнала, см   | $\pm 1$                     |
| Режим работы                                                 | Круглосуточный              |
| Габаритные размеры, мм                                       | 400×300×230                 |
| Масса, кг                                                    | 5,4                         |

**Многофункциональный поплавковый уровнемер УПМ-2.** Предназначен для измерения положения затвора и индикации перепада уровней воды в открытых оросительных системах, водовыпусках. В основу его работы положен способ прямого слежения системой "поплавок — противовес" за уровнем воды. Линейное перемещение поплавка преобразуется в угловое перемещение ведущего вала редуктора. Редуктор приводит в движение потенциометр, который с платой преобразователя формирует сигнал телеизмерения.

Вариация выходного сигнала не превышает абсолютного значения допускаемой основной погрешности.

Уровнемер УПМ-2 имеет 84 модификации в зависимости от основной выполняемой функции, диапазона измеряемых уровней воды, видов выходного сигнала.

В комплект поставки входят: уровнемер; два противовеса; два поплавка; втулка; корпус; крышка; комплекты запасных частей и принадлежностей, монтажных частей и эксплуатационной документации (паспорт, техническое описание и инструкция по эксплуатации); методические указания.



## Основные технические данные

|                                                                           |                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Основная погрешность по выходному сигналу и указателю местного отсчета, % | 1                                               |
| Порог чувствительности по выходному сигналу                               | $\leq 0,25$ от допускаемой основной погрешности |
| Диапазон измерения уровня или положения затвора, м                        | 0...1; 0...1,6; 0...2,5;<br>0...4; 0...6        |
| Диапазон индикации перепада уровней, м                                    | 0...0,4; 0...0,6                                |
| Диапазон изменения выходного сигнала:                                     |                                                 |
| кГц                                                                       | 2...4; 1...2                                    |
| мА                                                                        | 0...5; 0...20; 4...20                           |
| В                                                                         | 0...10; 0...1                                   |

Изготовитель — опытно-экспериментальный завод "Водоавтоматика", Кыргызстан.

Дистанционный измеритель к поплавковым самописцам уровня воды ДИ-УВ-1. Предназначен для преобразования угла поворота входной оси преобразователей АЖН5.100.000, АЖН5.100.001 или АЖН5.100.002 (в зависимости от типа самописца уровня воды) в соответствующее ему значение уровня воды и выдачи информации на информационное табло, а также для индикации текущего времени. В основу его работы положен принцип преобразования изменения угла поворота входной оси преобразователя (уровня воды) в отношение сопротивлений с последующим преобразованием его в частоту следования электрических импульсов. Частотный сигнал преобразуется в цифровой код. Преобразованная величина отображается в физических единицах на индикаторном табло.

Конструктивно измеритель состоит из преобразователя, согласующего устройства, линии связи, цифрового измерительного прибора уровня воды ЦИП-УВ-1.

В комплект поставки входят: цифровой измерительный прибор уровня воды ЦИП-УВ-1; согласующее устройство; преобразователь (исполнение согласно заказу); две распределительные коробки; комплект кабелей; кабель КУПР (длина кабеля оговаривается при его заказе); комплект технической документации.

Значения входного сигнала измерителя (угла поворота входной оси преобразователя в зависимости от его исполнения) приведены в таблице 3.1.

3.1. Угол поворота входного вала преобразователя в зависимости от диапазона измерения для различных типов самописцев

| Тип самописца | Тип преобразователя | Угол поворота входного вала преобразователя (рад) в зависимости от диапазона измерения |      |      |
|---------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
|               |                     | 300                                                                                    | 600  | 1200 |
| СУМ           | АЖН5.100.000        | 10 л                                                                                   | 20 л | 40 л |
| "Валдай"      | АЖН5.100.001        | 4                                                                                      | —    | —    |
| ГР-38         | АЖН.100.002         | 40 л                                                                                   | 40 л | —    |



## Основные технические данные

|                                                                         |                             |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Допускаемая погрешность прибора, % диапазона измерения входного сигнала | $\leq 0,4$                  |
| Дистанционность измерения, м                                            | 5000                        |
| Питание от сети переменного тока:                                       |                             |
| напряжение, В                                                           | 220                         |
| частота, Гц                                                             | 50                          |
| Потребляемая мощность, В · А                                            | 250                         |
| Габаритные размеры, мм:                                                 |                             |
| цифрового измерительного прибора уровня воды ЦИП-УВ-1                   | $480 \times 140 \times 300$ |
| согласующего устройства                                                 | $110 \times 225 \times 215$ |
| преобразователя                                                         | $75 \times 85 \times 120$   |
| Масса (без линии связи), кг                                             | 25                          |
| Диапазон рабочих температур, °С:                                        |                             |
| цифрового измерительного прибора уровня воды ЦИП-УВ-1                   | 1...40                      |
| согласующего устройства                                                 | -50...+50                   |
| преобразователя                                                         | -35...+45                   |

**Переносной уровнемер УКП-6.** Предназначен для определения уровня воды в наблюдательных скважинах и на открытых каналах, оснащенных измерительными колодцами. Принцип его действия заключается в измерении расстояния от места установки уровнемера до поверхности воды посредством преобразования линейного перемещения мерной ленты в угловое перемещение перфорированного диска.

Под действием силы тяжести груз опускается в скважину или наблюдательный колодец, разматывая мерную ленту с барабана — хранилища мерной ленты. Благодаря силам трения мерная лента вращает перфорированный диск. Фотопреобразователь преобразует угловое перемещение перфорированного диска в последовательность электрических импульсов, пропорциональную длине мерной ленты, разматываемой с барабана.

В момент достижения грузом поверхности воды срабатывает электромагнит, якорь которого расфиксирует тормоз. Тормоз под действием возвратной пружины прижимается к щеке барабана, обеспечивая плавную остановку падающего груза. Подсчитанное в блоке преобразования число импульсов переписывается в микрокалькулятор, в котором осуществляются обработка данных измерения и индикация результата.

Мерную ленту наматывают на барабан с помощью ручки. Направляющие ролики служат для обеспечения плавности движения мерной ленты и создания необходимой дуги охвата мерной лентой перфорированного диска. Расфиксирование груза в момент начала измерения осуществляют с помощью кнопки.

Уровнемер закрывают кожухом, который защищает его измерительную часть от механических повреждений. При переноске и транспортировке прибор ставят в укладочный ящик, обеспечивающий его герметизацию от воздействия внешней среды.

В комплект поставки уровнемера входит: укладочный ящик; заземлитель; ручка; шнур; питание; двенадцать аккумуляторов; комплект запасных частей и принадлежностей (ЗИП); паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации; методические указания по поверке.



## Основные технические данные

|                                                                                |                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Диапазон измерения уровня воды, м                                              | 0...6                               |
| Допускаемая основная относительная приведенная погрешность измерения уровня, % | $\pm 0,1$                           |
| Индикация уровня                                                               | Визуальная, цифровая, в метрах      |
| Потребляемая мощность:                                                         |                                     |
| от сети переменного тока                                                       |                                     |
| напряжение, В                                                                  | 220 <sup>+10</sup> <sub>-15</sub> % |
| частота, Гц                                                                    | 50                                  |
| сила тока, А                                                                   | 4,5                                 |
| от аккумуляторов, сила тока, А                                                 | 0,8                                 |
| Время непрерывной работы одного комплекта аккумуляторов, ч                     | 3                                   |
| Конструкция уровнемера позволяет измерять уровень воды в диапазоне, м          | 6...10                              |
| Погрешность измерения уровня в диапазоне 6...10 м                              | Не нормируется                      |
| Габаритные размеры, мм:                                                        |                                     |
| уровнемера                                                                     | 290 × 120 × 130                     |
| укладочного ящика                                                              | 360 × 220 × 180                     |
| Масса уровнемера, кг:                                                          |                                     |
| в укладочном ящике с комплектом ЗИП                                            | 6,0                                 |
| без комплекта ЗИП и укладочного ящика                                          | 3,5                                 |
| Условия эксплуатации:                                                          |                                     |
| температура окружающей среды, °С                                               | 10...35                             |
| относительная влажность воздуха при температуре 30 °С, %                       | 80                                  |
| допустимая кратковременная температура окружающей среды, °С                    | 0...10                              |

Изготовитель — Проектный конструкторско-технологический институт "Водоавтоматика и метрология", Кыргызстан.

**Акустический уровнемер ЭХО-3.** Предназначен для измерения уровня жидких, в том числе вязких, налипающих, выпадающих в осадок, а также сыпучих и кусковых сред. Принцип его действия заключается в локации уровня звуковыми импульсами, проходящими через газовую среду, и отражении этих импульсов от границы раздела "газ — контролируемая среда". Мерой уровня служит время распространения звуковых колебаний от источника излучения до контролируемой границы раздела сред и обратно до приемника.

Уровнемер состоит из акустического и передающего измерительных преобразователей и изготавливается в пяти модификациях.

## Основные технические данные

|                                     |                                          |
|-------------------------------------|------------------------------------------|
| Пределы измерения, м                | 6; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0; 16,0; 20,0; 30,0 |
| Класс точности                      | 1,0; 1,5                                 |
| Выходной сигнал, мА                 | 0...5; 0...20; 4...20                    |
| Питание — от сети переменного тока: |                                          |



|                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| напряжение, В                | $220^{+22}_{-33}$ |
| частота, Гц                  | $50 \pm 1$        |
| Потребляемая мощность, В · А | $\leq 15$         |

**Акустические датчики уровня ЭХО-5.** Предназначены для непрерывного автоматического дистанционного измерения уровня жидких, в том числе высокоагрессивных, а также сыпучих и кусковых сред. Принцип их действия заключается в локации уровня звуковыми импульсами, проходящими через газовую среду, и отражении этих импульсов от границы раздела "газ — контролируемая среда". Мерой уровня служит время распространения звуковых колебаний от источника излучения до контролируемой границы раздела сред и обратно до приемника.

Исполнение датчиков может быть как одно-, так и многоточечным. Датчики однотоочечного исполнения состоят из одного акустического преобразователя (АП) и одного передающего измерительного преобразователя ППИ-5, а датчики многоточечного исполнения — из нескольких АП (до 5 по числу объектов контроля), одного преобразователя ППИ-5 и переключающего устройства УП-1.

В зависимости от назначения применяют следующие акустические преобразователи: АП-3, АП-4М, АП-6 и АП-6В. Акустические преобразователи АП-3 и АП-4М предназначены для контроля уровня сред, находящихся в открытых резервуарах, в диапазоне до 6 (АП-3) и до 30 м (АП-4М).

Основой акустических преобразователей является электроакустический вибратор, состоящий из двух склеенных между собой пьезокерамических дисков. Вибратор размещен в цилиндрическом корпусе. Перед вибратором со стороны излучения для повышения КПД преобразователя установлено специальное акустическое согласующее устройство.

Для концентрации акустической энергии в АП-3 используется конический рупор, а в АП-4М — два рефлектора: основной — параболический и дополнительный — гиперболический.

Для контроля сред, находящихся под избыточным давлением, а также взрывоопасных, агрессивных и высокоагрессивных применяют акустические преобразователи АП-6 и АП-6В. Рабочая часть этих преобразователей выполнена из нержавеющей стали и представляет собой цельносварную конструкцию. Для концентрации акустической энергии служит конический рупор.

Преобразователь АП-6В имеет взрывонепроницаемую оболочку.

Для контроля высокоагрессивных сред применяют преобразователь АП-6 со специальным устройством защиты УВЗ1, представляющем собой цельносварную конструкцию из нержавеющей стали.

Передающий преобразователь ППИ-5 и переключающее устройство УП-1 выполнены в унифицированных корпусах щитовой конструкции.

По защищенности от воздействия окружающей среды датчики имеют следующие исполнения: пылеводо-, взрывозащищенное, защищенное от воздействия агрессивной и высокоагрессивной сред.

Состав комплекта однотоочечного датчика уровня: акустический преобразователь АП-3 (АП-4М, АП-6); передающий измерительный преобразователь ППИ-5; паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации.



Состав комплекта многоточечного датчика уровня: от двух до пяти акустических преобразователей АП-3 (АП-4М, АП-6); передающий измерительный преобразователь ППИ-5; передающее устройство УП-1; паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации.

Состав комплекта взрывозащищенного датчика уровня: акустический преобразователь АП-6В; передающий измерительный преобразователь ППИ-5; паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации.

Состав комплекта датчика уровня, защищенного от высокоагрессивной среды: акустический преобразователь АП-6; передающий измерительный преобразователь ППИ-5; устройства защиты УВЗ-1; паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации.

#### Основные технические данные

|                                      |                                                                                                                       |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерений, м                | 0...0,4; 0...0,6; 0...1,0; 0...1,6;<br>0...2,5; 0...4,0; 0...6,0; 0...10,0;<br>0...12,0; 0...16,0; 0...20,0; 0...30,0 |
| Основные погрешности измерений, %    | 0,5; 1,0; 1,5; 2,5                                                                                                    |
| Выходной сигнал, мА                  | 0...5; 0...20; 4...20 или два<br>релейных сигнала для сигнализа-<br>ции нижнего и верхнего уровней                    |
| Температура, °С:                     |                                                                                                                       |
| контролируемой среды                 | -50...+170                                                                                                            |
| окружающей среды                     | 0...50 для измерительного преоб-<br>разователя; -30...+50 для акусти-<br>ческого преобразователя                      |
| Рабочее давление в резервуаре, МПа   | 0,1; 0,6; 1,6; 4,0                                                                                                    |
| Степень защиты оболочек изделий:     |                                                                                                                       |
| АП-3, АП-4М                          | 1Р42                                                                                                                  |
| АП-6                                 | 1Р54                                                                                                                  |
| АП-6В                                | 1Р54                                                                                                                  |
| ППИ-5                                | 1Exdib; 11АТ5; 1Р20; Exib11А                                                                                          |
| Питание от сети переменного тока     |                                                                                                                       |
| напряжение, В                        | 220 <sup>+22 %</sup><br>-33 %                                                                                         |
| частота, Гц                          | 50 ± 1                                                                                                                |
| Средний срок службы, лет             | 8                                                                                                                     |
| Габаритные размеры, мм:              |                                                                                                                       |
| АП-3                                 | 180 × 385                                                                                                             |
| АП-4М                                | 390 × 378                                                                                                             |
| АП-6                                 | 300 × 237                                                                                                             |
| АП-6В                                | 300 × 258                                                                                                             |
| ППИ-5                                | 80 × 167 × 490                                                                                                        |
| Масса, кг:                           |                                                                                                                       |
| АП-3                                 | ≤ 4                                                                                                                   |
| АП-4М                                | ≤ 5                                                                                                                   |
| АП-6                                 | ≤ 14                                                                                                                  |
| АП-6В                                | ≤ 15                                                                                                                  |
| ППИ-5                                | 7,5                                                                                                                   |
| Температура окружающего воздуха, °С: |                                                                                                                       |
| ППИ и УП                             | 0...+50                                                                                                               |
| АП                                   | -30...+50                                                                                                             |



Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %:

ППИ и УП

≤ 80

АП

≤ 95

**Акустический уровнемер УА-1.** Предназначен для дистанционного измерения уровня воды в наблюдательных скважинах, водохранилищах и на водомерных постах гидромелиоративных систем, оборудованных измерительными трубами. В основу его действия положено свойство акустических колебаний отражаться от границы раздела сред с различным акустическим сопротивлением. В приборе использован метод акустической импульсной локации границы раздела "газ — жидкость" со стороны газа.

Уровнемер состоит из двух первичных (эталонного и измерительного) и вторичного преобразователей. Допускается использование одного эталонного преобразователя с несколькими измерительными и одного вторичного. Исполнение преобразователей — ПП-8 и ПП-64.

Первичные преобразователи выполнены в виде блоков — акустического и электронного, соединенных гибким кабелем длиной 3...5 м.

Акустический блок первичного преобразователя ПП-8 представляет собой цилиндрический корпус, внутри которого расположены громкоговоритель и микрофон. Его устанавливают на торец измерительной трубы диаметром условного прохода 50 мм. В конструкции обеспечена акустическая развязка громкоговорителя и микрофона от корпуса блока с помощью резиновых прокладок. Положение микрофона фиксируют на двух шпильках гайками. Нижняя часть акустического блока заканчивается фланцем, имеющим винты для крепления к измерительному или сравнительному волноводу.

Акустический блок первичного преобразователя ПП-64 отличается от акустического блока первичного преобразователя ПП-8 изменяющимися (в зависимости от перемещения микрофона) габаритными размерами. Этот блок устанавливают на торец измерительной трубы диаметром условного прохода 100 мм.

В качестве измерительных рекомендуется применять трубы, соответствующие ГОСТ 3262. На калиброванном расстоянии от верхнего торца измерительной трубы эталонного преобразователя должна находиться заглушка.

Вторичный преобразователь — настольный, имеет цифровую индикацию. Его устанавливают на диспетчерском пункте.

### Основные технические данные

Диапазон измерений для первичного преобразователя, м:

ПП-8

1...8

ПП-64

2...64

Основная погрешность измерения, %

± 1

Питание от сети переменного тока:

напряжение, В

220<sup>+22 %</sup>  
<sub>-33 %</sub>

частота, Гц

50 ± 1

Вероятность безотказной работы за 2000 ч

0,9

Срок службы, лет

≥ 6



Габаритные размеры, мм:

акустического блока ПП-8

ПП-64

электронного

вторичного преобразователя

Масса, кг:

первичного преобразователя

вторичного

99 × 450

99 × 515

243 × 202 × 108

390 × 400 × 140

6,0

10,0

Изготовитель — опытно-экспериментальный завод "Водоавтоматика", Кыргызстан.

**Емкостный датчик уровня ДУЕ-1.** Предназначен для измерения уровня электропроводных и неэлектропроводных однородных жидкостей, включая агрессивные и взрывоопасные, сохраняющих свое агрегатное состояние в интервале рабочих температур и давлений. Исполнение его может быть как обыкновенным (ДУЕ-10), так и взрывозащищенным (ДУЕ-1В).

Прибор состоит из первичного и передающего преобразователей.

Первичный преобразователь включает емкостный чувствительный элемент и встроенный преобразователь "емкость — напряжение", размещенный в головке. Конструктивное исполнение емкостного чувствительного элемента зависит от диапазона измерения, а также от условий эксплуатации — характера среды, температуры и давления в объекте контроля (табл. 3.2).

### 3.2. Модификация первичных преобразователей в зависимости от условий эксплуатации

| Модификации первичных преобразователей |                                  | Избыточное давление, МПа | Температура окружающего воздуха, °С | Температура контролируемой среды, °С |
|----------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| для электропроводных жидкостей         | для неэлектропроводных жидкостей |                          |                                     |                                      |

#### Для некриогенных жидкостей

|                   |              |            |          |           |  |
|-------------------|--------------|------------|----------|-----------|--|
| ПП-О-111-ПОФ      | ПП-О-111-КНД | < 2,5      | -50...60 | -60...100 |  |
| ПП-О-111-ПТФ      | ПП-О-111-ТНТ |            |          | 5...250   |  |
| ПП-О-112-ПОФ      | ПП-О-112-КНД |            |          |           |  |
| ПП-О-112-ПТФ      | ПП-О-112-ТНТ |            |          |           |  |
| ПП-О-112-ПСФ      |              | 2,5...10,0 |          | -60...100 |  |
| ПП-О-211-ПОФ      | ПП-О-211-КНД |            |          |           |  |
| ПП-О-211-ПТФ      | ПП-О-211-ТНТ |            |          |           |  |
| ПП-О-211-ПСФ      |              |            |          |           |  |
| ПП-О-212-ПОФ      | ПП-О-212-КНД | < 2,5      |          | 5...250   |  |
| ПП-О-212-ПТФ      | ПП-О-212-ТНТ |            |          | -60...140 |  |
| ПП-О-212-ПСФ      |              |            |          |           |  |
| ПП-О-113-СФ       |              |            |          |           |  |
| ПП-О-416-ПОФС     |              | < 0,6      | -50...60 | 0...80    |  |
| ПП-О-417-ПОФТ     |              |            |          | 110...134 |  |
| ПП-О-414-ПСФ      |              | < 32,5     |          | 5...25    |  |
| ПП-О-424-ПТФ      |              |            |          | -60...80  |  |
| ПП-В-311-ПСФ (И)  |              | -10...60   |          |           |  |
| ПП-В-311-ПСФ(И)-Л |              | -50...60   |          |           |  |



| Модификация первичных преобразователей |                                  | Избыточное давление, МПа | Температура окружающего воздуха, °С | Температура контролируемой среды, °С |
|----------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| для электропроводных жидкостей         | для неэлектропроводных жидкостей |                          |                                     |                                      |

## Для криогенных жидкостей

|                  |  |       |          |           |
|------------------|--|-------|----------|-----------|
| ПП-О-415-КНД     |  | < 0,6 |          |           |
| ПП-О-415-КНД-З   |  |       |          |           |
| ПП-О-415-КНД-К   |  |       |          |           |
| ПП-О-415-КНД-З-К |  |       |          |           |
| ПП-О-415-КНД-Д   |  | 0     | -50...60 | -259...60 |
| ПП-О-415-НТН     |  | < 0,6 |          |           |
| ПП-О-415-ТНТ-З   |  |       |          |           |
| ПП-О-415-ТНТ-К   |  |       |          |           |
| ПП-О-415-ТНТ-З-К |  |       |          |           |

Примечания. 1. Первичные преобразователи ПП датчиков взрывозащищенного исполнения имеют модификации, аналогичные указанным в таблице, соответственно с заменой индекса "О" на индекс "В". 2. Датчики уровня с первичными преобразователями для неэлектропроводных сред могут поставляться с компенсационной частью для компенсации изменения относительной диэлектрической проницаемости контролируемой среды.

## Основные технические данные

|                                                                                                        |                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Верхние пределы измерений, м                                                                           | 0,2; 0,4; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 10,0; 16,0; 20,0; 25,0 |
| Допускаемая основная погрешность измерения, %                                                          | ± 0,5; ± 1,0 и ± 1,5                                      |
| Выходной сигнал — унифицированный сигнал постоянного тока, мА                                          | 0...5; 0...20; 4...20                                     |
| Внешняя нагрузка в цепи выходного унифицированного сигнала, кОм:                                       |                                                           |
| для сигналов 0...5 мА                                                                                  | ≤ 2,5                                                     |
| " 0...20 или                                                                                           | ≤ 1                                                       |
| " 4...20 мА                                                                                            |                                                           |
| Температура контролируемой среды, °С                                                                   | -259 (криогенные жидкости)...250                          |
| Электрические входы первичных преобразователей обеспечивают герметичность при избыточном давлении, МПа | 0...10                                                    |
| Длина линии связи между первичным и передающим преобразователями, м                                    | ≤ 1000                                                    |
| Питание — однофазная сеть переменного тока:                                                            |                                                           |
| напряжение, В                                                                                          | 220 <sup>+22%</sup> <sub>-33%</sub>                       |
| частота, Гц                                                                                            | 50 ± 1 или 60 ± 1,2                                       |
| Мощность, потребляемая датчиком, В · А                                                                 | 13,5                                                      |
| Габаритные размеры, мм:                                                                                |                                                           |
| первичного преобразователя                                                                             | 110 × 190 × 95                                            |
| передающего "                                                                                          | 80 × 160 × 360                                            |
| Масса, кг:                                                                                             |                                                           |
| первичного преобразователя                                                                             | 5                                                         |



Для измерения уровня неэлектропроводных жидкостей предназначены первичные преобразователи с неизолированными чувствительными элементами, выполненными в виде металлических коаксиальных труб (конструктивное исполнение КНД, КНД-К, КНД-З, КНД-ЗК, КНД-Д) и металлических тросов (конструктивное исполнение ТНТ, ТНТ-К, ТНТ-З).

Принцип действия датчиков уровня ДУЕ-1 заключается в преобразовании уровня контролируемой жидкости в электрическую емкость, значение которой определяется положением уровня жидкости в объекте контроля, и дальнейшем преобразовании электрической емкости в унифицированный выходной сигнал.

Для компенсации влияния изменения диэлектрических свойств контролируемой жидкости на точность измерения чувствительный элемент первичного преобразователя дополнен компенсационной частью, размещенной ниже измерительной (индекс "К" в условном обозначении).

Для измерения уровня электропроводных жидкостей предназначены первичные преобразователи с изолированными чувствительными элементами, выполненными в виде: металлического стержня во фторопластовой изоляции (конструктивное исполнение СФ); металлического стержня в полиэтиленовой изоляции (конструктивное исполнение СП); металлического стержня в полиэтиленовой изоляции, заключенного в неизолированную трубу (конструктивное исполнение СПТ); изолированного провода И-образной формы с несущей частью (конструктивное исполнение ПСФ и ПТФ) и изолированного провода И-образной формы без несущей части (конструктивное исполнение ПОФ).

Первичный преобразователь подключают к передающему преобразователю, осуществляющему преобразование измеряемого значения уровня в унифицированный токовый сигнал.

При отсутствии жидкости в объекте контроля электрическая емкость измерительной части чувствительного элемента равна ее начальному значению. При этом сигнал на выходе передающего преобразователя равен нулю или унифицированному значению 4 мА. При возрастании уровня контролируемой жидкости электрическая емкость измерительной части чувствительного элемента первичного преобразователя увеличивается, вызывая пропорциональное ей увеличение сигнала на выходе передающего преобразователя. При снижении уровня в объекте контроля емкость измерительной части чувствительного элемента первичного преобразователя уменьшается пропорционально, вызывая уменьшение выходного сигнала.

Таким образом, при изменении уровня жидкости унифицированный выходной сигнал изменяется от начального до максимального значения.

**Емкостный мелиоративный датчик уровня ДУЕ-М.** Предназначен для измерения уровня воды в мелиоративных системах. Область его применения — пьезометрические и наблюдательные скважины автоматизированных систем мелиоративного контроля и систем вертикального дренажа, измерительные посты на отводах малого расхода автоматизированных эксплуатационных участков зоны традиционного орошения (бороздковый полив).



Датчик имеет климатическое исполнение У категории размещения 1.1 согласно ГОСТ 15150 и предназначен для работы при температуре окружающего воздуха от  $-10$  до  $+50$  °С. Избыточное давление отсутствует.

Принцип действия прибора заключается в преобразовании уровня воды в электрическую емкость чувствительного элемента первичного преобразователя с последующим ее преобразованием в частотный унифицированный выходной сигнал (в соответствии с ГОСТ 26.010—80).

Датчик состоит из первичного (ПП) и измерительного (ИП) преобразователей. Первичный преобразователь имеет различные модификации в зависимости от назначения и диапазона измерения.

Для измерения уровня воды в открытых каналах применяют первичный преобразователь, чувствительный элемент которого выполнен в виде:

стержня и изолированного провода (конструктивное исполнение СМ);

изолированного провода И-образной формы и несущего неизолированного металлического тросика (конструктивное исполнение ПТМ).

При установке в открытые каналы чувствительный элемент помещают в защитную металлическую трубу, которая должна быть электрически соединена с корпусом ПП.

Для измерения уровня в артезианских скважинах используют первичный преобразователь, чувствительный элемент которого выполнен в виде отрезка металлической трубы, внутри которой коаксиально укреплен стержень с изолированным покрытием (конструктивное исполнение СМС).

Первичный преобразователь по диапазонам измерения имеет следующие модификации: ПП-СМ (одна модификация — 1,0 м); ПП-СМС (одна модификация — 1,0 м); ПП-ПТМ (три модификации — 2,5; 4,0; 6,0 м).

#### Основные технические данные

Измерительная среда — вода открытых русел и скважин, имеющая следующие параметры:

|                                                                                                                                                |                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| удельная электропроводность, См/м                                                                                                              | $10^{-3} \dots 5,0$                   |
| температура, °С                                                                                                                                | $5 \dots 25$                          |
| Допустима эксплуатация при температуре, °С                                                                                                     | От 0 до 40                            |
| Допустимая основная погрешность датчика в зависимости от верхних пределов измерения и конструктивного исполнения первичного преобразователя, % | $\pm 1,0$ ; $\pm 1,5$ ; $\pm 2,5$     |
| Диапазон измеряемого уровня, м                                                                                                                 | 0...1,0; 0...2,5;<br>0...4,0; 0...6,0 |
| Диапазон измерения частоты, Гц                                                                                                                 | 1000...2000 или<br>2000...4000        |
| Всплывающая нагрузка в цепи выходного частотного сигнала, Ом                                                                                   | 600                                   |
| Питание датчика от сети постоянного тока напряжением, В                                                                                        | $24^{+2,4}_{-3,6}$                    |
| Мощность, потребляемая датчиком, Вт                                                                                                            | $\leq 1,5$                            |
| Длина линии связи между первичным и измерительным преобразователями, м                                                                         | 30                                    |
| Средняя наработка на отказ, ч                                                                                                                  | 50 000                                |
| Средний срок службы, лет                                                                                                                       | 10                                    |



**Одноканальные уровнемеры "Руда-Лот-1М".** Предназначены для автоматического дистанционного измерения уровня жидких и сыпучих веществ и коммерческого учета их количества. Их относят к унифицированному ряду следящих уровнемеров высокой точности.

В зависимости от характера учета измеряемого уровня (технологического или коммерческого), а также от вида выходного сигнала (аналогового или цифрового по цифропоказывающему табло) одноканальные уровнемеры модифицированы следующим образом "Руда-Лот-1МТА", "Руда-Лот-1МТЦ" — для работы в системах технологического учета жидкостей, а также сыпучих материалов; "Руда-Лот-1МКЦ" — для работы в системах коммерческого учета жидкостей.

В основу работы приборов положен принцип действия следящей электромеханической системы. Взаимодействующий с поверхностным слоем контролируемой среды емкостной чувствительный элемент уровнемера включен в цепь управления вращением электромеханического привода и механически соединен с выходным валом привода гибкой связкой в виде перфорированной ленты (мерная лента). При изменении уровня контролируемой среды следящая система обеспечивает восстановление исходного расстояния между нижней кромкой чувствительного элемента и поверхностью контролируемой среды, мерой уровня которой является длина подвески чувствительного элемента, определяемая числом оборотов шкива. Шкив снабжен штырями для зацепления с мерной лентой через ее перфорационные отверстия.

Конструктивно одноканальные уровнемеры "Руда-Лот-1М" состоят из двух частей — преобразователя уровня (ПУ) и измерительного или показывающего преобразователя (ПИ или ПП). ПУ выполнен в виде несущего электронные и механические узлы корпуса, снабженного горловиной и установочным фланцем. Корпус ПУ имеет двухсекционную конструкцию. В одной из секций размещены электродвигатель, редуктор и электронные узлы уровнемера, входящие в состав его ПУ, в другой — барабан-приемник с мерной лентой и мерный шкив. На свободном конце мерной ленты установлен конусообразный корпус, в котором расположены узлы преобразователей электрической емкости чувствительного элемента и опорного конденсатора в сигналы напряжения постоянного тока. Чувствительный элемент механически закреплен в дне указанного корпуса.

Особенностью мерной ленты является то, что перфорация нанесена на ленточный плоский провод типа ЛПП, выполненный в виде плоской лавсановой оболочки, внутри которой находятся токоведущие металлические провода. Такую мерную ленту можно использовать в качестве кабеля электрической связи между соответствующими электронными узлами ПУ. Подсоединение токоведущих жил мерной ленты к электрическим узлам ПУ осуществляется через токосъемник, размещенный на валу редуктора. Токосъемник выполнен в виде щеточного контактного соединения.

Корпус ПУ представляет собой взрывонепроницаемую оболочку (согласно требованиям ГОСТ 22782.6—81).

Электронные узлы ПИ (ПП) уровнемеров расположены в каркасах унифицированной конструкции.

Характер контролируемой среды и вид выходной информации для уровнемеров различной модификации приведены в таблице 3.3, а пределы измерений уровня и основная приведенная погрешность измерения — в таблице 3.4.



### 3.3. Характер контролируемой среды и вид выходной информации для уровнемеров различных модификаций

| Модификация уровнемера | Характер контролируемой среды                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Вид выходной информации                                                          |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| "Руда-Лот-1МТА"        | Мелкодисперсные (пылевидные, порошковые) и гранулированные (крупностью до 15 мм) сыпучие материалы с диэлектрической проницаемостью в насыпной массе материала 2...10, а также жидкости (в том числе вязкие, кристаллизующиеся с выпадающими в осадок твердыми включениями и взвешьями) с диэлектрической проницаемостью 2...10 при температуре от -50 до +100 °С | Унифицированный аналоговый токовый выходной сигнал 0...4; 0...20; 4...20 мА      |
| "Руда-Лот-1МТЦ"        | Некристаллизующиеся, не выпадающие в осадок, не налипающие жидкости с диэлектрической проницаемостью 2...4 при температуре от -50 до +100 °С                                                                                                                                                                                                                      | Цифровая индикация уровня по цифровому табло с шагом дискретности показаний 1 мм |
| "Руда-Лот-1МКЦ"        | Некристаллизующиеся, не выпадающие в осадок, не налипающие жидкости с диэлектрической проницаемостью 2...4 при температуре от -50 до +100 °С                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                  |

### 3.4. Диапазон измерения уровня и допускаемая основная погрешность измерения (при нижнем пределе измерения уровня, равном 0) для уровнемеров различных модификаций

| Модификация уровнемера | Верхний предел диапазона измерения уровня, мм      | Допускаемая основная погрешность измерения              |
|------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| "Руда-Лот-1МТА"        | 6...40 м с шагом устанавливаемых значений 1 м      | $\pm 0,5\%$ верхнего предела диапазона измерения уровня |
| "Руда-Лот-1МТЦ"        | $\leq 40$ м с шагом устанавливаемых значений 1 м   | $\pm 50$ мм                                             |
| "Руда-Лот-1МКЦ"        | $\leq 430$ м с шагом устанавливаемых значений 1 мм | $\pm 4$ мм                                              |

#### Основные технические данные

Питание уровнемера — от сети переменного тока:

напряжение, В

частота, Гц

220<sup>+22%</sup>  
-33%  
50 ± 1

Потребляемая мощность в режиме работы, В · А:

статическом

динамическом

5

20

Расстояние (по трассе кабеля связи) между ПУ и ПИ (ПП)

1500

Масса, кг:

ПУ

ПИ (ПП)

32

6



**Датчики гидростатического давления ДГДВ.** Предназначены для непрерывного преобразования гидростатического давления, пропорционального уровню воды в оросительных каналах и водохранилищах, в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока 0...5 или 4...20 мА. Они состоят из первичного преобразователя, устанавливаемого под водой, и блока питания, не предназначенного для работы под водой. Первичный преобразователь и блок питания соединены электрическими проводами, проложенными внутри полиэтиленовой трубки, используемой как канал для сообщения внутренней полости первичного преобразователя с атмосферой.

Принцип действия датчиков — тензорезистивный. Рабочее давление воспринимается плоской мембраной, служащей в данном случае усилителем, и передается посредством жесткого стержня на измерительную мембрану, к которой припаяна КНС-структура. Деформация КНС-структуры вызывает разбаланс тензомоста и появление на его выходе необходимого электрического сигнала.

В зависимости от верхнего предела измерений и выходного сигнала выпускают восемь моделей датчиков (табл. 3.5).

**3.5. Выходной сигнал и верхний предел измерений для датчиков ДГДВ различных моделей**

| Модель датчика | Выходной сигнал, мА | Верхний предел измерений, МПа | Модель датчика | Выходной сигнал, мА | Верхний предел измерений, МПа |
|----------------|---------------------|-------------------------------|----------------|---------------------|-------------------------------|
| 11             | 0...5               | 0,1                           | 13             | 0...5               | 0,6                           |
| 21             | 4...20              | 0,1                           | 23             | 4...20              | 0,6                           |
| 12             | 0...5               | 0,25                          | 14             | 0...5               | 1,0                           |
| 22             | 4...20              | 0,25                          | 24             | 4...20              | 1,0                           |

Вариация выходного сигнала не превышает абсолютного значения предела допускаемой основной погрешности.

В комплект поставки входят: датчик ДГДВ; вставка ШР20П4ЭШ8-А; штуцеры 2В8.653.060 (на 5 приборов); кольцо 033-036-19 (на 5 приборов); комплект документации (на 10 приборов, поставляемых в один адрес); техническое описание и инструкция по эксплуатации; методика поверки; паспорт.

#### Основные технические данные

|                                                                                     |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Допускаемая основная погрешность измерения, % диапазона измерения выходного сигнала | $\pm 0,2; \pm 0,25; \pm 0,5$ |
| Температура измеряемой среды, °С                                                    | 0...30                       |
| Потребляемая мощность для датчиков с выходным сигналом, В · А:                      |                              |
| 4...20 мА                                                                           | 0,8                          |
| 0...5 мА                                                                            | 0,5                          |
| Полный срок службы, лет                                                             | 12                           |



Питание от сети переменного тока:

напряжение, В

220

частота, Гц

50

Измерительные буйковые взрывозащищенные преобразователи уровня "Сапфир-22ДУ-Вн" и "Сапфир-22ДУ-Ех". Предназначены для непрерывного преобразования значения измеряемого параметра — уровня жидкости и уровня границы раздела жидких фаз — в стандартный токовый выходной сигнал. Они работают с вторичной и показывающей аппаратурой, регуляторами и другими устройствами автоматики, машинами централизованного контроля и системами управления со стандартным входным сигналом постоянного тока 0...5, 0...20 или 4...20 мА.

Преобразователи "Сапфир-22ДУ-Вн" имеют взрывобезопасный уровень взрывозащиты в соответствии с ГОСТ 12.2.020, а преобразователи "Сапфир-22ДУ-Ех" — особовзрывобезопасный уровень взрывозащиты в соответствии с ГОСТ 12.2.020.

В основу действия приборов положен тензорезистивный эффект.

Преобразователи состоят из измерительного блока и электронного устройства. Различные их модели (табл. 3.6) отличаются лишь конструкцией измерительного блока.

### 3.6. Модели, предельно допускаемое рабочее избыточное давление и верхние пределы измерений преобразователей "Сапфир-22ДУ-Вн" и "Сапфир-22ДУ-Ех"

| Модель преобразователя | Предельно допускаемое рабочее избыточное давление, МПа | Верхние пределы измерений, мм |
|------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 2620                   | 4,0                                                    | 250...10 000                  |
| 2630                   | 6,3                                                    | (по ГОСТ 15983—81)            |
| 2640                   | 16                                                     |                               |
| 2650                   | 20                                                     | 1000...2500                   |
|                        |                                                        | (по ГОСТ 15983—81)            |
| 2615                   | 2,5                                                    | 600...1600                    |
|                        |                                                        | (по ГОСТ 15983—81)            |

Измеряемый уровень воздействует на буюк, подвешенный к рычагу измерительного блока, и возникающая гидростатическая выталкивающая сила линейно преобразуется в деформацию чувствительного элемента и изменение электрического сопротивления тензорезисторов тензопреобразователя.

Изменение сопротивления тензорезисторов, пропорциональное изменению измеряемого уровня, преобразуется электронным устройством преобразователя в пропорциональный токовый выходной сигнал 0...5, 0...20 или 4...20 мА (в зависимости от исполнения преобразователя).

Сигналы 0...5 и 0...20 мА передаются по четырехпроводной линии связи (два провода для подвода питания и два провода для подключения сопротивления нагрузки), а сигнал 4...20 мА — по двухпроводной линии связи (сопротивление нагрузки включается последовательно в один из проводов питания).

Тензопреобразователь размещен в корпусе измерительного блока и отделен от измеряемой среды разделительной мембраной.



Электрическое устройство расположено внутри специального корпуса и состоит из следующих основных узлов: преобразователя напряжения в ток; элементов схемы температурной компенсации; элементов перенастройки характеристики; корректора нуля; корректора диапазона.

Преобразователи "Сапфир-22ДУ-Вн" моделей 2622 и 2615 снабжены показывающим прибором (он находится во взрывонепроницаемом корпусе).

Приборы относятся к восстанавливаемым, ремонтируемым и однофункциональным изделиям.

#### Основные технические данные

Плотность контролируемой среды, кг/м<sup>3</sup>:

для моделей 2620, 2630, 2640, 2622

350...2000

для модели 2650

600...2000

Разность плотностей верхней и нижней фазы для модели 2615, кг/м<sup>3</sup>

50...450

Допускаемая основная погрешность измерения, % верхнего предела измерений

± 0,5; ± 1,0

Электрическое питание преобразователей "Сапфир-22ДУ-Вн" осуществляется от блоков питания 22БП-36, 22БГ-36Н или автономных источников питания постоянного тока напряжением, В

(36 ± 0,72)

Электрическое питание датчиков "Сапфир-22ДУ-Ех" осуществляется от искробезопасных входов блоков БПС-24 с нагрузочным сопротивлением, кОм:

для преобразователей с выходным сигналом 0...20 и 4...20 мА

0,1...1,0

для преобразователей с выходным сигналом 0...5 мА

0,2...2,5

**Комплекс тензорезисторных измерительных преобразователей "Сапфир-300".** Предназначены для непрерывного преобразования с высокой точностью избыточного давления, разности давлений жидких, газо- и парообразных сред, находящихся под высоким рабочим (статическим) давлением, в пропорциональное значение выходного сигнала постоянного тока. В состав комплекса входят: преобразователь избыточного давления "Сапфир-312ДИ"; преобразователи разности давлений "Сапфир-342ДД".

Преобразователи разности давлений можно применять для получения информации об уровне или плотности жидкостей, находящихся в открытых или закрытых резервуарах (под давлением), а также для получения информации о расходе жидких и газообразных сред.

В основу действия датчиков положен тензорезисторный эффект. Чувствительный элемент — металлический упругий оригинальной конструкции с защитным диэлектрическим слоем, на поверхности которого размещены тензорезисторы. Его деформация, пропорциональная значению измеряемого параметра, вызывает изменение сопротивлений тонкопленочных тензорезисторов. Электронное устройство датчика преобразует это изменение сопротивлений тензорезисторов в стандартный выходной сигнал постоянного тока.



## Основные технические данные

|                                                                            |                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерений, кПа                                                    | От 0...1,6 до 0...630                                           |
| Погрешность измерения, включая нелинейность, гистерезис и повторяемость, % | $\pm 0,2$ ; $\pm 0,4$                                           |
| Зона нечувствительности, % диапазона измерения                             | $< 0,05$                                                        |
| Выходной сигнал постоянного тока при линии связи, мА:                      |                                                                 |
| четырёхпроводной                                                           | 0...5                                                           |
| двухпроводной                                                              | 4...20                                                          |
| Параметры окружающей среды:                                                |                                                                 |
| температура, °C                                                            | -50...+80                                                       |
| влажность, %                                                               | 100                                                             |
| Сопротивление нагрузки для датчиков с выходным сигналом, кОм:              |                                                                 |
| 4...20 мА                                                                  | $< 1$                                                           |
| 0...5 мА                                                                   | $< 2,5$                                                         |
| Питание — от внешнего источника постоянного тока, В                        | $36 \pm 1$ ; 15...42 для датчиков с выходным сигналом 4...20 мА |
| Потребляемая мощность для датчиков с выходным сигналом, В · А:             |                                                                 |
| 4...20 мА                                                                  | 1,0                                                             |
| 0...5 мА                                                                   | 0,5                                                             |
| Масса преобразователей, кг:                                                |                                                                 |
| "Сапфир-312ДИ"                                                             | $\leq 2,2$                                                      |
| "Сапфир-342ДД"                                                             | $\leq 4,5$                                                      |

**Скорость течения воды.** Измерение скорости течения воды чаще всего связано с определением ее расходов, но имеет и большое самостоятельное значение при возведении и раскрытии перемычек, перекрытии русел рек, строительстве сооружений на реках, обеспечении безопасного плавания судов и пр.

Для измерения скоростей течения воды в реках и каналах чаще всего используют гидрометрические поплавки и гидрометрические вертушки, а в лабораторных условиях — гидрометрические микровертушки, гидрометрические трубки, термогидрометры, лазеры и др.

Основные конструктивные элементы вертушек — рабочее колесо с осью вращения, корпус, счетно-контактный механизм и хвостовое оперение. Датчиком скорости гидрометрических вертушек служит рабочее колесо (ротор). Между скоростью течения воды и числом оборотов ротора в единицу времени существует определенная зависимость, устанавливаемая при градуировке.

По расположению оси ротора в потоке различают вертушки с горизонтальной и вертикальной осями вращения.

Ротор вертушки на горизонтальной оси — лопастный винт с двумя или большим числом лопастей. У вертушки на вертикальной оси ротор чашечного или иного типа состоит из конических или сферических чашек, или вертикально расположенных лопастей.

По способу установки вертушки подразделяют на штанговые, тросовые и универсальные, то есть пригодные для работы и со штанги, и с троса. Штанговые вертушки применяют на упорной и подвесной штангах. Для уменьшения угла



сноса троса под вертушкой подвешивают груз обтекаемой формы. Ось штанговых вертушек должна быть расположена нормально к поперечному сечению потока.

Тросовые вертушки с хвостовым оперением устанавливают по направлению струи, поэтому, если струя отклоняется от нормали к поперечному сечению потока, необходимо измерять направление течения.

В зависимости от способности ротора регистрировать проекцию скорости на направление ее оси различают вертушки компонентные и некомпонентные.

Для установки вертушек в заданной точке потока необходимы визир, трос, бифилярный подвес, груз, вертлюг и лебедка, а для регистрации числа оборотов ротора — секундомер, барабан, электрический кабель, звонок или электрический счетчик оборотов. Регистрацию числа оборотов и скорости можно полностью автоматизировать, используя осциллограф.

Визир, служащий для установки горизонтальной оси рабочего колеса вертушки перпендикулярно к линии створа, представляет собой короткий металлический стержень с муфтой, передвигающийся по штанге. Его ось должна быть перпендикулярна к оси рабочего колеса вертушки. Штангу устанавливают по визиру, ориентируясь на створные знаки или натянутый через реку трос.

**Гидрометрическая вертушка М. И. Бирицкого.** Предназначена для измерения скорости течения воды. Ее можно использовать для измерения расхода воды в реках, каналах, ручьях. Она состоит из измерительного преобразователя и измерительного прибора, который имеет цифровую индикацию и снабжен программным переключателем. Информация о скорости потока выдается в см/с.

#### Основные технические данные

|                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| Диаметр лопастного винта, мм       | 30            |
| Диапазон измеряемых скоростей, м/с | 0,03...4,0    |
| Погрешность измерения, %           | ± 5           |
| Питание, В                         | 9             |
| Потребляемая мощность, Вт          | 0,06          |
| Габаритные размеры, мм:            |               |
| измерительного преобразователя     | 190 × 30 × 30 |
| "                    прибора       | 130 × 25 × 35 |
| Масса комплекта, кг                | 0,5           |

Изготовитель — Центральный научно-исследовательский институт комплексных исследований водных ресурсов (ЦНИИКИВР), Беларусь.

**Переносной комплект автоматизированного сбора и обработки гидрометрической информации.** Предназначен для проведения гидрометрических работ на гидромелиоративных системах и каналах любого назначения и позволяет осуществлять автоматическое измерение скорости потока воды в точке, автоматический сбор и обработку гидрометрической информации о средней скорости потока воды на скоростной вертикали и автоматическое вычисление расхода воды методом скорость — площадь.

Комплект состоит из датчика скорости — гидрометрической вертушки ГР-99 и блока обработки информации, который включает устройство управления и микрокалькулятор (МК) типа "Электроника БЗ-24Г" с оперативной памятью. Устройство управления и МК конструктивно заключены в малогабаритном



корпусе. В состав комплекта также входят соединительный кабель, гидрометрическая штанга и эксплуатационные принадлежности. Питание комплекта осуществляется от блока питания микрокалькулятора.

Устройство управления, воспринимающее выходной импульсный сигнал датчика, автоматически управляет вводом и обработкой информации о его градуировочной характеристике в МК. Это устройство состоит из блока управления, интервального таймера, блока счета числа импульсов, блока программного распределителя, переключателя интервалов времени с диапазонами 60, 120 и 180 с, программного поля, представляющего собой энергонезависимую память, и блока электронных ключей, соединенного с арифметико-логическим устройством АЛУ.

Блок обработки информации включают в режим автоматического измерения скорости в точке, нажимая на клавишу "Пуск", входящую в устройство управления, в результате чего первый импульсный сигнал датчика через блок управления поступает в блок счета. Одновременно включается таймер.

Для повышения быстродействия системы блок счета импульсов управляет подекадным суммированием числа оборотов датчика в АЛУ через блок электронных ключей. Автоматическое индицирование процесса измерения десятков оборотов датчика на индикаторном табло позволяет оператору контролировать работу датчика.

По окончании измерения, время которого задается с помощью переключателя и таймера, блок управления запрещает дальнейший счет числа оборотов датчика и вырабатывает импульс опроса буферного регистра, входящего в состав блока счета числа импульсов. Если число импульсов от датчика не кратно десяти, то содержимое буферного регистра суммируется с подсчитанными десятками оборотов в АЛУ.

По окончании процесса суммирования блок управления разрешает работу блока программного распределителя, который управляет последовательностью пересчета числа оборотов в значение скорости потока в точке за выбранный интервал времени согласно индивидуально градуированному уравнению датчика. Информация о коэффициентах уравнения заложена в программное поле и через блок электронных ключей поступает в АЛУ. Результат вычисления скорости потока в точке автоматически индицируется на индикаторном табло.

Работа блока обработки в режиме автоматизированного сбора и обработки информации о средней скорости потока на вертикали осуществляется в зависимости от требуемой точности измерения по одной из применяемых в гидрометрической практике эмпирических формул путем последовательной установки датчика в различных точках скоростной вертикали и соответствующего последовательного ввода информации об измеренных скоростях в точки в оперативную память микрокалькулятора. Данные обрабатываются по разработанным алгоритмам с помощью клавиатуры.

Работа блока обработки в режиме вычислений расхода аналитическим способом выполняется по измеренным значениям параметров скорости и поперечного сечения потока с использованием вычислительных возможностей микрокалькулятора.

Изготовитель — Среднеазиатский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт ирригации им. В. Д. Журина (САНИИРИ).

**Гидрометрическая микровертушка ММ-02.** Предназначена для измерения



средней скорости течения воды в открытых каналах и водотоках, а также в поверхностных слоях морей, озер и водохранилищ. Это портативный прибор, имеющий компактную конструкцию и небольшие габаритные размеры, небольшую массу.

Питание прибора — от аккумулятора 6В/1,8АХ.

Микровертушка состоит из электронного измерителя, сконструированного на одноструктурном микрокомпьютере типа 80С35, блока памяти ЕПРОМ 27С16 и измерительного зонда, связанных кабелем длиной 2,5 м. В основу ее действия положена зависимость числа оборотов лопастного винта зонда от скорости течения воды. Благодаря сопротивлению воды при каждом обороте лопастного винта образуются два импульса. Импульсы посылаются в микрокомпьютер, который вычисляет среднее значение скорости, опираясь на характеристики зонда, введенные в память микрокалькулятора.

В комплект прибора входят: измеритель с футляром; зонд с кабелем; разборная штанга; питатель зарядки аккумуляторов; ящик-контейнер.

#### Основные технические данные

|                                     |                |
|-------------------------------------|----------------|
| Диапазон измерения, м/с             | 3...300        |
| Пороговая скорость, м/с             | 3              |
| Время интеграций, с                 | 50 или 100     |
| Точность измерений для скорости, %: |                |
| 3...20 см/с                         | ± 3            |
| 20...30 см/с                        | ± 2            |
| Диаметр винта, мм                   | 50             |
| Ход винта, мм                       | 60; 75; 100    |
| Диаметр корпуса, мм                 | 22             |
| Глубина погружения зонда, м         | 1,5            |
| Габаритные размеры измерителя, мм   | 190 × 120 × 45 |

Изготовитель — Польша.

**Расход воды.** Расходы воды, измеренные в различных фазах гидрологического режима, служат основой для вычисления объемов стока за определенные интервалы времени (сутки, месяц, сезон, год и т. д.). Определить объем воды, протекающей за единицу времени, довольно сложно, так как расход воды — функция многомерная и зависит от геометрических, гидравлических и физических характеристик потока.

Расход воды можно установить прямым методом или же с помощью характеристики потока, от значения которой он зависит, — скорости, площади, фиксированного уровня воды, разности напоров или давления.

Прибор, предназначенный для измерения расхода веществ, называют расходомером, а для измерения количества веществ — счетчиком (ГОСТ 15528). Если прибор одновременно измеряет расход и количество вещества, то он представляет собой расходомер со счетчиком.

Разработано множество методов и приборов для измерения расхода воды. При напорных потоках чаще всего используют ультразвуковые и электромагнитные расходомеры, а при безнапорных потоках в лабораторных условиях — разнообразные мерные водосливы. За рубежом мерные водосливы часто оборудуют автоматическими или автоматизированными измерителями уровней воды.



Одним из оперативных способов определения расходов воды в облицованных недеформируемых и земляных каналах является одноточечный (разработан в ЦНИИКИВР). Скорость течения воды измеряют на фиксированной вертикали в точке, где она равна средней скорости по сечению потока. Глубина расположения точки измерений зависит от уровня воды и определяется по градуировочной таблице, которую строят для каждого гидроствора предварительно на ЭВМ с помощью программы.

В качестве измерителя скорости можно использовать гидрометрические вертушки или иные приборы. Возможна автоматизация измерений. Затраты времени, необходимые для измерения расхода воды, не зависят от размеров канала и практически не превышают 5 мин.

**Электромагнитные расходомеры ЭРИС и ЭРИС-М.** Предназначены для измерения расхода осесимметричных и несимметричных потоков электропроводящих жидкостей с удельной проводимостью от  $10^{-3}$  до  $10$  См/м методом "площадь — скорость" в трубопроводах диаметром условного прохода 400...1000 мм.

Расходомер ЭРИС состоит из преобразователя скорости ПС-2, блока подготовки сигналов БПС, измерительного устройства ИУ и обеспечивает измерение мгновенного расхода жидкости.

Расходомер ЭРИС-М включает в себя преобразователь скорости ПС-2, измерительное устройство (ИУ) и обеспечивает измерение мгновенного и интегрального расхода жидкости на основе закона электромагнитной индукции посредством прямого преобразования скорости потока в электрический сигнал.

При обтекании жидкостью зондового чувствительного элемента на его электродах индуцируется ЭДС электромагнитной индукции, пропорциональная скорости жидкости в точке. Эта ЭДС является мерой расхода жидкости и измеряется ИУ. Измерительное устройство обеспечивает усиление электрического сигнала, масштабирование и преобразование в унифицированный выходной сигнал 0...5 мА; 0...20; 4...20 мА (по ГОСТ 9895).

Измерительное устройство расходомера ЭРИС-М имеет интегратор с ценой единицы младшего разряда  $10 \text{ м}^3$ , а также дополнительный выходной канал с импульсным сигналом (цена импульса  $10 \text{ м}^3/\text{имп.}$ ) для обеспечения совместной работы с системами телемеханики ТМ-600, ТМ-620.

Расходомер ЭРИС может поставляться с преобразователем скорости ПС-2, установленным на отрезке трубы.

Исполнение измерительного устройства — обыкновенное. Исполнение преобразователя скорости для расходомеров ЭРИС — брызгозащищенное В1 по ГОСТ 17786; для расходомеров ЭРИС-М — водозащищенное В4 по ГОСТ 17786.

Исполнение блока подготовки сигналов — брызгозащищенное В1 по ГОСТ 17786.

В комплект поставки входят: преобразователь скорости ПС-2; блок подготовки сигналов БПС (только для ЭРИС); измерительное устройство (ИУ); труба (только для ЭРИС); комплект монтажных частей; комплект запасных частей и принадлежностей; паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации; методические указания по поверке.

Условный диаметр трубопровода, максимальный расход, выходной сигнал и характеристика потока расходомеров различных модификаций приведены в таблице 3.7.



### 3.7. Условный диаметр, максимальный расход, выходной сигнал и характеристика потока расходомеров различных модификаций

| Модификация<br>расходомера | Диаметр<br>условного<br>прохода<br>трубопро-<br>вода, мм | Максималь-<br>ный рас-<br>ход, м <sup>3</sup> /ч | Выходной<br>сигнал,<br>мА                                                    | Характерис-<br>тика потока | Наличие<br>трубы     |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| ЭРИС-1-400                 | 400                                                      | 2 000                                            | —                                                                            | Осесиммет-<br>ричный       | Не постав-<br>ляется |
| ЭРИС-1-500                 | 500                                                      | 3 200                                            | 0...5                                                                        |                            |                      |
| ЭРИС-1-600                 | 600                                                      | 5 000                                            | 0...20                                                                       |                            |                      |
| ЭРИС-1-800                 | 800                                                      | 8 000                                            | 4...20                                                                       |                            |                      |
| ЭРИС-1-1000                | 1000                                                     | 12 500                                           | —                                                                            |                            |                      |
| ЭРИС-3-400                 | 400                                                      | 2 000                                            | 0...5                                                                        | Несиммет-<br>ричный        | То же                |
| ЭРИС-3-500                 | 500                                                      | 3 200                                            | 0...20                                                                       |                            |                      |
| ЭРИС-3-600                 | 600                                                      | 5 000                                            | 4...20                                                                       |                            |                      |
| ЭРИС-3-800                 | 800                                                      | 8 000                                            |                                                                              |                            |                      |
| ЭРИС-3-1000                | 1000                                                     | 12 500                                           |                                                                              |                            |                      |
| ЭРИС-1Т-400                | 400                                                      | 2 000                                            | —                                                                            | Осесиммет-<br>ричный       | Постав-<br>ляется    |
| ЭРИС-1Т-500                | 500                                                      | 3 200                                            | 0...5                                                                        |                            |                      |
| ЭРИС-1Т-600                | 600                                                      | 5 000                                            | 0...20                                                                       |                            |                      |
| ЭРИС-1Т-800                | 800                                                      | 8 000                                            | 4...20                                                                       |                            |                      |
| ЭРИС-1Т-1000               | 1000                                                     | 12 500                                           |                                                                              |                            |                      |
| ЭРИС-3Т-400                | 400                                                      | 2 000                                            | —                                                                            | Несиммет-<br>ричный        | То же                |
| ЭРИС-3Т-500                | 500                                                      | 3 200                                            | 0...5                                                                        |                            |                      |
| ЭРИС-3Т-600                | 600                                                      | 5 000                                            | 0...20                                                                       |                            |                      |
| ЭРИС-3Т-800                | 800                                                      | 8 000                                            | 4...20                                                                       |                            |                      |
| ЭРИС-3Т-1000               | 1000                                                     | 12 500                                           |                                                                              |                            |                      |
| ЭРИС-М-400                 | 400                                                      | 2 000                                            | 0...5                                                                        | Осесиммет-<br>ричный       | Не постав-<br>ляется |
| ЭРИС-М-500                 | 500                                                      | 3 200                                            | (импульс-<br>ный сиг-<br>нал с<br>ценой<br>импульса<br>10 м <sup>3</sup> /ч) |                            |                      |
| ЭРИС-М-600                 | 600                                                      | 5 000                                            |                                                                              |                            |                      |
| ЭРИС-М-700                 | 700                                                      | 6 500                                            |                                                                              |                            |                      |
| ЭРИС-М-800                 | 800                                                      | 8 000                                            |                                                                              |                            |                      |
| ЭРИС-М-1000                | 1000                                                     | 12 500                                           |                                                                              |                            |                      |

#### Основные технические данные

|                                                              |       |
|--------------------------------------------------------------|-------|
| Основная допускаемая приведенная погрешность расходомеров, % | ± 2,5 |
| Питание — от сети переменного тока:                          |       |
| напряжение, В                                                | 220   |
| частота, Гц                                                  | ≤ 50  |
| Потребляемая мощность, В · А                                 | ≤ 50  |
| Масса, кг:                                                   |       |
| преобразователя скорости                                     | ≤ 3   |
| блока подготовки сигналов                                    | ≤ 3   |
| измерительного устройства                                    | ≤ 10  |
| Максимальное рабочее давление жидкости в трубопроводе, МПа:  |       |
| для ЭРИС                                                     | 0,6   |
| для ЭРИС-М                                                   | 2,5   |
| Температура окружающего воздуха, °С:                         |       |



|                                      |                                                    |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------|
| для преобразователя скорости         | — 30...+ 50 для<br>ЭРИС; — 50...+ 50<br>для ЭРИС-М |
| для измерительного устройства        | 5...50                                             |
| для блока подготовки сигналов        | — 30...+ 50                                        |
| Температура контролируемой среды, °С | 0...80                                             |

Изготовитель расходомеров ЭРИС — Главприбор Российской Федерации; расходомеров ЭРИС-М — Департамент химической и нефтеперерабатывающей промышленности Российской Федерации.

**Электромагнитный преобразователь расхода ПСГ.** Предназначен для измерения расхода технической воды методом площадь—скорость—градиент в напорных трубопроводах ирригационных систем и насосных станций. Он состоит из трех преобразователей скорости ПС-6, блока подготовки сигналов БПС-5, измерительного устройства ПН-22 и блока питания БП-1.

Преобразователь скорости обеспечивает информацией о локальных скоростях потока и их радиальных градиентах. Принцип его действия основан на взаимодействии движущейся жидкости с магнитным полем.

Блок подготовки сигналов предназначен для усиления и преобразования в частоту сигналов, индуцируемых на электродах преобразователей скорости.

Измерительное устройство ПН-22 формирует сигналы управления блоком подготовки сигналов и блоком питания в соответствии с заданной программой, преобразует частотные сигналы, принимаемые от блока подготовки сигналов, в двоичный код, выполняет арифметическую обработку сигналов в соответствии с заданным алгоритмом, преобразует результаты вычисления расхода в аналоговую форму; выдает унифицированный токовый сигнал, проводит диагностику режима работы и выдает соответствующий сигнал на цифровой индикатор.

В условиях эксплуатации поверка преобразователя расхода ПСГ осуществляется имитационным методом с помощью образцовой поверочной установки "Поток-6".

Важное преимущество прибора ПСГ — возможность измерения больших расходов воды с высокой точностью.

#### Основные технические данные

|                                                          |                          |
|----------------------------------------------------------|--------------------------|
| Диапазон измерения расхода, м <sup>3</sup> /С            | От 0...1,0<br>до 0...100 |
| Диаметры трубопроводов, мм                               | 1200...3600              |
| Основная погрешность измерения, %                        | 1,5                      |
| Параметры контролируемой среды:                          |                          |
| электропроводность, См/с                                 | 10 <sup>-2</sup> ...10   |
| температура, °С                                          | 0...50                   |
| давление, МПа                                            | 10                       |
| Выходной сигнал, мА                                      | 0...5; 4...20            |
| Температура окружающей среды, °С:                        |                          |
| для измерительного устройства и блока питания            | 5...50                   |
| для преобразователя скорости и блока подготовки сигналов | — 30...+ 50              |
| Питание от сети переменного тока:                        |                          |



|                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| напряжение, В                | 220 <sup>+22 %</sup><br>-33 % |
| частота, Гц                  | 50 ± 1                        |
| Потребляемая мощность, В · А | ≤ 150                         |
| Средний срок службы, лет     | ≥ 8                           |
| Габаритные размеры, мм:      |                               |
| преобразователя скорости     | φ 60 × 300 × 590              |
| измерительного устройства    | 375 × 320 × 107               |
| блока подготовки сигналов    | 275 × 208 × 114               |
| блок питания                 | 197 × 104,5 × 445             |
| Масса, кг:                   |                               |
| преобразователя скорости     | 15                            |
| измерительного устройства    | 6                             |
| блока подготовки сигнала     | 3                             |
| блока питания                | 15                            |

**Электромагнитный преобразователь расхода ИР-61.** Предназначен для автоматического измерения объемного расхода взрывобезопасных жидких сред с ионной проводимостью при удельной электрической проводимости от  $10^{-3}$  до  $10$  См/м в системах чистых и сточных вод, водоснабжения и канализации, в ирригационных системах и др. В комплекте с интегратором С-1М позволяет определять суммарный объем контролируемой среды за определенный промежуток времени.

Принцип работы прибора основан на явлении электромагнитной индукции. В проходящей через однородное магнитное поле электропроводной жидкости, как в движущемся проводнике, находится электродвижущая сила, пропорциональная средней скорости потока.

Преобразователь состоит из первичных измерительных преобразователей ПРИМ с диаметрами условного прохода 10; 15; 25 и 80 мм, выпускаемых с эмалевым, полиуретановым и фторопластовым покрытиями, и передающих измерительных преобразователей ИУ-61.

Диапазон расхода можно перестраивать в условиях эксплуатации.

#### Основные технические данные

|                                                          |                 |
|----------------------------------------------------------|-----------------|
| Выходной сигнал, мА                                      | 0...5; 0...20   |
| Допускаемая приведенная погрешность выходного сигнала, % | ± 1             |
| верхнего предела измерений                               |                 |
| Питание — от сети переменного тока:                      |                 |
| напряжение, В                                            | 220             |
| частота, Гц                                              | 50              |
| Мощность, потребляемая преобразованиями, В · А:          |                 |
| первичным                                                | ≤ 500           |
| передающим                                               | ≤ 20            |
| Габаритные размеры, мм:                                  |                 |
| первичного преобразователя с диаметром условного         | 245 × 236 × 250 |



прохода 10; 15; 25 мм  
 передающего преобразователя  
 первичного преобразователя с диаметром условного прохода  
 50 и 80 мм

$197 \times 140,5 \times 445$   
 $\phi 300 \times 530$

Масса, кг:

|                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| передающего измерительного преобразователя                                                | $\leq 6$  |
| первичного измерительного преобразователя с диаметром<br>условного прохода от 10 до 25 мм | $\leq 16$ |
| первичного измерительного преобразователя с диаметром<br>условного прохода 50 мм          | $\leq 36$ |
| первичного измерительного преобразователя с диаметром<br>условного прохода 80 мм          | $\leq 42$ |

Параметры измеряемой среды:

|                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| электропроводность, См/м | $10^{-3} \dots 10$ |
| температура, °C          | $-40 \dots +150$   |
| скорость потока, м/с     | 10                 |

Пределы измерения, м<sup>3</sup>/с:

первичного измерительного преобразователя с диаметром  
условного прохода 10 мм:

|                                       |                     |
|---------------------------------------|---------------------|
| минимальное значение верхнего предела | $4,0 \cdot 10^{-5}$ |
| максимальное " "                      | $6,3 \cdot 10^{-4}$ |
| нижний предел                         | 0                   |

первичного измерительного преобразователя с диаметром  
условного прохода 80 мм:

|                                       |                     |
|---------------------------------------|---------------------|
| минимальное значение верхнего предела | $2,5 \cdot 10^{-3}$ |
| максимальное " " "                    | $4,0 \cdot 10^{-2}$ |
| нижний предел                         | 0                   |

**Преобразователь расхода РГР-100.** Предназначен для преобразования текущего значения расхода электропроводной жидкости в напорном трубопроводе в пропорциональный электрический сигнал. Вид климатического исполнения — М1 по ГОСТ 15150—69. В основу действия прибора положено явление электромагнитной индукции. При прохождении электропроводной жидкости через однородное магнитное поле в ней, как в движущемся проводнике, возникает электродвижущая сила, пропорциональная средней скорости потока.

Преобразователь состоит из соединенных между собой в единый блок двух преобразователей — первичного и передающего. В первичном преобразователе формируются измерительный сигнал, компенсационный сигнал, пропорциональный значению магнитной индукции в рабочей зоне преобразователя, и переменное напряжение для питания передающего преобразователя. Эти три сигнала поступают на передающий преобразователь, где формируется выходное напряжение постоянного тока 0...10 В, пропорциональное расходу измеряемой среды. При этом компенсируется влияние изменений физико-химических свойств измеряемой среды и параметров питания, а также трансформаторной ЭДС, поступающей в составе измерительного сигнала вместе с полезным сигналом, пропорциональным скорости потока.



## Основные технические данные

|                                                           |                 |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|
| Диапазон измерения расхода, л/с                           | 0...100         |
| Номинальный диаметр проходного сечения, мм                | 100             |
| Выходной сигнал — напряжение постоянного тока, В          | 0...10          |
| Допускаемая основная приведенная погрешность измерения, % | $\pm 1,5$       |
| Номинальная статическая характеристика преобразования     | Линейная        |
| Удельная электропроводность контролируемой среды, См/м    | $10^{-4}$ ...10 |
| Температура контролируемой среды, °С                      | 1...80          |
| Верхний предел рабочего давления, МПа                     | 40              |
| Питание — от сети переменного тока:                       |                 |
| напряжение, В                                             | 220             |
| частота, Гц                                               | 50              |
| Потребляемая мощность, В · А                              | 400             |
| Средний срок службы до списания, лет                      | 8               |

**Вихревые преобразователи расхода воды типа ВИР.** Предназначены для преобразования объемного расхода воды в электрический сигнал постоянного тока 0...5; 0...20; 4...20 мА. Выпускают следующие их модификации: ВИР-50, ВИР-70, ВИР-100 и ВИР-150.

Преобразователь типа ВИР состоит из первичного преобразователя расхода ППВР и передающего преобразователя ПЧВР-5. В основу его работы положено явление поочередного отрыва вихрей с обтекателя. При движении жидкости в трубопроводе происходит периодический отрыв вихрей с одной и с другой стороны обтекателя, возникает так называемая дорожка Кармана. Отрыв вихрей фиксируется при помощи свободно помещенного в камере обтекателя диска и индуктивного преобразователя. Частота колебаний диска пропорциональна расходу измеряемого потока. Усиление, формирование и выделение электрического сигнала выполняет первичный преобразователь. С помощью передающего преобразователя ПЧВР-5, который формирует выходной сигнал постоянного тока 0...5 мА, осуществляется питание электрической схемы обработки сигнала, получаемого с первичного преобразователя.

Технические характеристики преобразователей типа ВИР приведены в таблице 3.8.

**3.8. Технические характеристики преобразователей расхода типа ВИР**

| Показатель                                                               | ВИР-50                         | ВИР-70                           | ВИР-100                              | ВИР-150                            |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Диаметр условного прохода, мм                                            | 50                             | 70                               | 100                                  | 150                                |
| Диапазон измерения, м <sup>3</sup> /ч                                    | 3,2...32;<br>4...40;<br>5...50 | 6,3...63;<br>8...80;<br>10...100 | 10...100;<br>12,5...125;<br>20...200 | 20...200;<br>25...250;<br>40...400 |
| Допускаемая основная погрешность измерения, % верхнего предела измерений | $\pm 1,5$                      | $\pm 1,5$                        | $\pm 1,0$ ; $\pm 1,5$                | $\pm 1,0$ ; $\pm 1,5$              |
| Выходной сигнал, мА                                                      | 0...5                          | 0...20                           | 4...20                               | —                                  |



| Показатель                                      | ВИР-50 | ВИР-70            | ВИР-100 | ВИР-150 |
|-------------------------------------------------|--------|-------------------|---------|---------|
| Температура воды, °С                            |        | 5...120           |         |         |
| Рабочее давление, МПа                           |        | ≤ 2,45            |         |         |
| Питание:                                        |        |                   |         |         |
| напряжение переменного тока, В                  |        | 220               |         |         |
| частота, Гц                                     |        | 50 ± 1 или 60 ± 1 |         |         |
| Невозвратимая потеря напора, МПа                |        | 0,03              |         |         |
| Потребляемая мощность, В · А                    |        | ≤ 30              |         |         |
| Вероятность безотказной работы в течение 2000 ч |        | 0,95              |         |         |
| Срок службы, лет                                |        | 6                 |         |         |
| Масса преобразователей, кг:                     |        |                   |         |         |
| первичного                                      | 9      | 10,5              | 17      | 26      |
| передающего                                     |        | 6,5               |         |         |

**Поплавковый преобразователь расхода воды ППРС-1.** Предназначен для измерения расхода воды на гидростаях каналов оросительных систем с упорядоченным руслом и подпорно-переменным режимом. С его помощью можно автоматизировать процесс измерения расхода воды, ликвидировать малопродуктивный ручной труд при выполнении измерений, повысить точность определения расхода и стока.

Преобразователь представляет собой обтекаемый цилиндрический поплавок, шарнирно закрепленный с помощью рычага-рамы на гидрометрическом мостике. Внутри корпуса поплавок (в донной его части) находятся тепловой стержневой преобразователь скорости, выполненный в виде капсулы (в ней расположены два полупроводниковых термочувствительных элемента, охваченных одним общим нагревателем), и тепловой стержневой преобразователь, в котором полупроводниковые термочувствительные элементы не имеют нагревателя. На оси рычага-рамы установлен подвижный магнитопровод индукционного преобразователя с плоскими обмотками, жестко закрепленными на цилиндрическом корпусе преобразователя.

#### Основные технические данные

|                                                  |       |
|--------------------------------------------------|-------|
| Номинальный измеряемый расход, м <sup>3</sup> /с | ≤ 50  |
| Ширина канала поверху, м                         | ≤ 25  |
| Глубина канала, м                                | ≤ 3,5 |
| Максимальная скорость потока, м/с                | 1,5   |
| Погрешность измерения, %                         | ± 4   |
| Потребляемая мощность, Вт                        | ≤ 200 |
| Надежность непрерывной работы в течение 5000 ч   | 0,95  |
| Масса, кг                                        | 30    |

Изготовитель – НПО САНИИРИ, Узбекистан



**Частотные скважинные преобразователи расхода типа РЧС.** Предназначены для получения оперативной информации о расходе воды, содержащей взвеси в виде песка, глины, ферромагнитных частиц до 10 г/л, в трубопроводах различного назначения при откачке ее из скважины в процессе осушения, водопонижения и т. п. Они относятся к группе расходомеров обтекания и состоят из следующих узлов: проходного корпуса, измерительной камеры, поворотной лопасти и электронного блока.

Проходной корпус — сварной из фланцев, трубы и переходника.

Измерительная камера представляет собой корпус с укрепленными в нем измерительными и регулировочными элементами. Область измерительной головки изолирована от потока воды разделительным сильфоном, один конец которого приварен к поворотному рычагу, а другой — к корпусу преобразователя расхода.

Поворотная лопасть, состоящая из рычага и лопатки, является чувствительным элементом преобразователя расхода. Жесткость ее перемещения регулируют изменением числа рабочих витков измерительной пружины. Лопасть воспринимает давление потока воды, движущейся по трубе, и отклоняется от первоначального положения, увлекая за собой плунжер индуктивного датчика с помощью ленты.

Перемещение плунжера индуктивного датчика регулируется в пределах 0...2 мм при изменении расхода воды в трубе от 0 до верхнего предела измерения.

Электронный блок преобразует поступательное движение плунжера индуктивного датчика в электрический частотный сигнал с помощью автогенератора, частотозадающим элементом которого является квазирезонансная RL-цепь. Частота выходного сигнала электронного преобразователя изменяется в диапазоне 2...4 кГц или 4...8 кГц в зависимости от перемещения плунжера индуктивного датчика.

Электронный блок смонтирован в герметичном корпусе. Питающее напряжение и выходной сигнал преобразователя расхода подаются через штепсельный разъем, токосъемное устройство и разделительный фильтр. Наличие фильтра позволяет подключать преобразователь к регистрирующим системам контроля, автоматического регулирования и телемеханики через двухпроводную линию связи.

Типы преобразователей расхода РЧС приведены в таблице 3.9, а их габаритные размеры, условный диаметр и масса — в таблице 3.10.

### 3.9. Типы преобразователей расхода

| Тип преобразователя | Частота выходного сигнала, кГц | Верхние пределы измерения расхода воды, м <sup>3</sup> /ч |
|---------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| РЧС-2-32            | 2...4                          | 32                                                        |
| РЧС-2-63            | 2...4                          | 63                                                        |
| РЧС-2-125           | 2...4                          | 125                                                       |
| РЧС-4-32            | 4...8                          | 32                                                        |
| РЧС-4-63            | 4...8                          | 63                                                        |
| РЧС-4-125           | 4...8                          | 125                                                       |



### 3.10. Габаритные размеры, масса, условный диаметр и расход преобразователей типа РЧС

| Тип преобразователя | Габаритные размеры, мм | Условный диаметр, мм | Масса, кг |
|---------------------|------------------------|----------------------|-----------|
| РЧС-32              | 185 × 298 × 215        | 80                   | 14        |
| РЧС-63              | 205 × 318 × 215        | 100                  | 15        |
| РЧС-125             | 260 × 374 × 215        | 150                  | 19        |

В комплект поставки входят: преобразователь расхода (исполнение по условиям заказа); кольцо; паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации (при поставке партии однотипных датчиков допускается прилагать одно техническое описание и одну методику поверки на партию не более 5 преобразователей); методические указания, методы и средства поверки.

#### Основные технические данные

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| Допускаемая основная погрешность измерения, %               | ± 4       |
| Допускаемое давление в рабочих камерах преобразователя, мПа | 0,3       |
| Диапазон рабочих температур, °С                             | −30...+50 |
| Амплитуда выходного сигнала, В                              | 1; 2      |
| Питание — от источника постоянного тока напряжением, В      | 24        |
| Колебания напряжения питания, %                             | 10...15   |
| Потребляемая мощность, В · А                                | 0,6       |

**Ультразвуковые преобразователи расхода УЗОР.** Предназначены для определения объемного расхода жидкостей, не содержащих парогазовых пузырьков и не кристаллизирующихся при рабочих температурах и давлениях. Принцип их действия заключается в измерении разности частот следования ультразвуковых импульсов, получаемых при излучении ультразвука в двух противоположных направлениях, — по потоку и против потока контролируемой жидкости.

Преобразователь УЗОР состоит из первичного преобразователя УЗОР-ПП, передающего преобразователя УЗОР-ЭП и двух соединенных радиочастотных кабелей. Первичный преобразователь УЗОР-ПП представляет собой отрезок трубы с фланцами. Пьезопреобразователи установлены в специальных стаканах, приваренных к корпусу первичного преобразователя (или ввинченных в корпус) под углом к оси трубопровода. Пара пьезопреобразователей, расположенных друг против друга, образует акустический канал.

Передающий преобразователь УЗОР-ЭП (электронный блок) выполнен в унифицированном корпусе для щитового монтажа и соединяется с первичным преобразователем УЗОР-ПП двумя отрезками кабеля.

Исполнение преобразователя УЗОР зависит от диаметра условного прохода, верхнего предела измерения расхода, рабочего давления и выходного сигнала.

#### Основные технические данные

|                                              |              |
|----------------------------------------------|--------------|
| Диаметры условного прохода, мм               | 40, 100, 150 |
| Верхние пределы измерения, м <sup>3</sup> /ч | 2,5...320    |



Допускаемая основная погрешность измерения, %  
верхнего предела измерения

$\pm 1,5$ ;  $\pm 2,5$  для преобразо-  
вателя с верхним пределом  
измерения  $2,5 \text{ м}^3/\text{ч}$   
0...5 или 4...20

Выходной сигнал постоянного тока, мА

Питание — от сети переменного тока:

напряжение, В

частота, Гц

220

50

Потребляемая мощность, В · А

36

Длина линии связи между первичными и передающими  
преобразователями, м

100

Средний срок службы, лет

8

Условия эксплуатации:

рабочее давление контролируемой среды, МПа

2,5...10,0

температура контролируемой среды, °С

10...160

Ультразвуковой расходомер со счетчиком "АКУСТРОН" модели УЗР-В. Пред-  
назначен для измерения расхода и объема воды в напорных трубопроводах и  
преобразования расхода воды в электрический сигнал. Его можно использовать в  
системах орошения, водоснабжения и канализации. Принцип действия прибора —  
акустический. Режим работы — длительно-непрерывный. При распространении  
ультразвуковых колебаний в среде скорость ультразвука относительно неподвиж-  
ной системы координат (стенок трубопровода) равна векторной сумме скоростей  
ультразвука относительно среды и самой среды относительно трубопровода.

Расходомер выполнен по одноканальной частотно-импульсной схеме с  
одновременной работой синхроколец в одном акустическом канале и состоит из  
двух пьезоэлектрических преобразователей (ПП) и измерительного прибора (ПИ).  
ПП устанавливают на действующем трубопроводе по хорде, смещенной на 0,5 ра-  
диуса от внутренней стенки трубы к центру. Допускается расположение ПП на  
отрезке трубы, изготавливаемой по чертежам, приведенным в инструкции по  
эксплуатации на расходомер. ПИ имеет импульсный выход и два выхода постоян-  
ного тока 0...5 мА.

Показания объема воды отсчитываются с помощью шестirazрядного механи-  
ческого отсчетного устройства, а расхода воды — по указателю отсчетного  
устройства.

Для установки ПП расходомер комплектуют установочным комплектом.  
Прибор может поставляться с ПП, расположенным на отрезке трубы (с патрубком).

В комплект поставки расходомера входят: два пьезоэлектрических преобра-  
зователя ПП; измерительный прибор; паспорт; техническое описание; инструкция  
по эксплуатации; этикетка; методика поверки; упаковочный лист.

#### Основные технические данные

Верхние пределы измерения расхода воды,  $\text{м}^3/\text{с}$ :

УЗР-В-0,4

УЗР-В-0,6\*

0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0

0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 2,0;

2,5

УЗР-В-0,8

УЗР-В-1,0

0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0

1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,4



|                                                     |                                |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------|
| Допускаемая приведенная погрешность расходомера, %: |                                |
| по импульсному выходному сигналу                    | $\pm 1,0$                      |
| по выходному сигналу 0...5 мА                       | $\pm 1,5$                      |
| по стрелочному указателю                            | $\pm 1,5$                      |
| Давление измеряемой жидкости, МПа                   | 1,6                            |
| Питание расходомера — от сети переменного тока:     |                                |
| напряжение, В                                       | 220 <sup>+22 %</sup><br>— 33 % |
| частота, Гц                                         | 50 $\pm$ 1                     |
| Длина линии связи ПИ с ПП, м                        | $\leq 150$                     |
| Потребляемая мощность, В · А                        | $\leq 100$                     |
| Разность показаний счетчика, единиц                 | $\geq 500$                     |
| Габаритные размеры, мм                              | 400 × 355 × 175                |
| Масса, кг:                                          |                                |
| ПИ                                                  | $\leq 12$                      |
| ПП                                                  | 4                              |

\*Цифры в обозначении расходомера со счетчиком являются диаметром условного прохода трубопровода (м). По выбору заказчика каждый расходомер может быть настроен на верхний предел измерения из восьми возможных для одного типоразмера трубопровода.

Нижние пределы измерения расхода воды приведены в таблице 3.11.

### 3.11. Пределы измерения расхода воды для расходомера со счетчиком "АКУСТРОН"

| Модель расходомера<br>со счетчиком | Относительная погрешность измерения, % |           |
|------------------------------------|----------------------------------------|-----------|
|                                    | $\pm 1$                                | $\pm 1,5$ |
| УЗР-В-0,4                          | 0,06                                   | 0,03      |
| УЗР-В-0,6                          | 0,09                                   | 0,046     |
| УЗР-В-0,8                          | 0,12                                   | 0,06      |
| УЗР-В-1,0                          | 0,16                                   | 0,08      |

Допускается установка ПП по диаметру. В этом случае все указанные в таблице 3.11 погрешности увеличиваются на  $\pm 0,5$  %.

Изготовитель — ПО "Экран".

**Ультразвуковой многоканальный расходомер РУМ-1.** Предназначен для измерения расхода и объема стока воды в трубопроводах больших диаметров, оборудованных измерительными участками. Его можно включать в автоматизированные системы управления водораспределением на закрытых системах. Принцип действия прибора заключается в измерении средней скорости потока воды в водоводе многоканальным ультразвуковым измерителем скорости и вычислении расхода путем умножения средней скорости на площадь сечения водовода.

В состав расходомера входят четыре блока преобразования, блок индикации, блок питания и восемь акустических преобразователей.



### Основные технические данные

|                                               |            |
|-----------------------------------------------|------------|
| Диаметр трубопровода, м                       | 0,5...4,0  |
| Диапазон измерения расхода, м <sup>3</sup> /с | 0,1...35,0 |
| Число измерительных каналов                   | ≤ 4        |
| Время одного цикла измерения, с               | ≤ 100      |
| Погрешность измерения, %:                     |            |
| расхода                                       | 4          |
| объема стока                                  | 5          |
| Питание от сети переменного тока:             |            |
| напряжение, В                                 | 220 ± 22 % |
| частота, Гц                                   | 50 ± 1     |
| Потребляемая мощность, В · А                  | 200        |
| Масса блоков, кг                              | 60         |

Разработчик — экспериментальный завод "Водоавтоматика", Кыргызстан.

**Переносной расходомер РП.** Предназначен для измерения удельного расхода воды в каналах открытой оросительной сети, вычисления и индикации объемного расхода воды. Принцип его действия заключается в измерении удельного расхода воды ультразвуковым методом с зондированием через воду. Прибор осуществляет измерение времени прохождения ультразвуковым сигналом расстояния между акустическими преобразователями, установленными на держателе, вычисление средней скорости и удельного расхода в измеренном сечении и вычисление общего расхода методом численного интегрирования.

Расходомер состоит из первичного преобразователя, предназначенного для получения информации об удельном расходе на вертикали, и вторичного преобразователя с вычислителем расхода воды, предназначенного для формирования зондирующих сигналов, определения и индикации удельного расхода по вертикали и объемного расхода воды в канале.

Процесс измерения и вычисления протекает следующим образом:

выбирается шаг измерения из ряда 0,1; 0,2; 0,4; 0,8 таким образом, чтобы на ширине канала укладывалось не менее 5 и не более 16 шагов;

по окончании измерения осуществляются расчет и индикация на цифровом табло значения удельного расхода в данном сечении и запись его в ФЗУ расходомера;

по окончании измерения по всем вертикалям на цифровом табло индицируется значение объемного расхода воды в канале.

### Основные технические данные

|                                                                                                                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Диапазон измерения удельного расхода при уровне воды в канале от 0,1 до 0,6 м и средних скоростях на вертикальном створе от 0,1 до 1 м/с, м <sup>3</sup> /с | 0,01...0,6 |
| Относительная погрешность измерения расхода, %                                                                                                              | ≤ ± 3      |
| Погрешность вычисления полного измерения по данным измерений удельного расхода в пяти вертикальных сечениях водного потока, %                               | ≤ ± 1,5    |
| Число измерительных вертикалей по ширине канала при шаге измерения 0,1; 0,2; 0,4; 0,8 м                                                                     | 5...16     |
| Продолжительность процесса измерения и вычисления по каждой вертикали, с                                                                                    | 65         |



|                                                              |                  |
|--------------------------------------------------------------|------------------|
| Питание от внутреннего источника напряжением, В              | 4,5...6          |
| Потребляемая мощность, Вт                                    | 1,5              |
| Время непрерывной работы от внутреннего источника питания, ч | ≥ 3              |
| Средний срок службы, лет                                     | ≥ 6              |
| Габаритные размеры, мм:                                      |                  |
| первичного преобразователя                                   | 1200 × 100 × 270 |
| вторичного                   "                               | 300 × 310 × 115  |
| Масса, кг                                                    | 6                |
| Условия эксплуатации:                                        |                  |
| температура окружающей среды, °С                             | 0...35           |
| относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %     | ≤ 95             |

Изготовитель — Проектный конструкторско-технологический институт (ПКТИ)  
 "Водоавтоматика и метрология", Кыргызстан.

**Стационарная ультразвуковая расходомерная установка.** Предназначена для измерения расхода воды и объема стока в открытых каналах, оборудованных гидрометрическими постами. Она позволяет определять расход воды как при бесподпорном, так и при переменном-подпорном режимах течения.

Принцип ее действия заключается в вычислении расхода воды методом "скорость—площадь", причем средняя скорость потока измеряется многоканальным ультразвуковым измерителем скорости, а вычисление расхода осуществляется автоматически с помощью встроенного микрокалькулятора.

В состав установки входят: блок обработки, уровнемер, два блока коммутатора и 20 акустических преобразователей. Блок обработки представляет собой настольную конструкцию. Его устанавливают в неотапливаемом помещении вблизи гидропоста. Блок коммутатора размещают непосредственно на берегах канала в бетонных колодцах.

#### Основные технические данные

|                                                 |                                   |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Относительная погрешность измерения расхода, %  | ≤ 6                               |
| Диапазон измерения средней скорости потока, м/с | 0,3...5,0                         |
| Наибольший уровень в канале, м                  | ≤ 6                               |
| Ширина канала, м                                | 5...100                           |
| Число пар акустических преобразователей         | ≤ 10                              |
| Питание — от сети однофазного переменного тока: |                                   |
| напряжение, В                                   | 220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub> |
| частота, Гц                                     | 50 ± 1                            |
| Потребляемая мощность, В · А                    | ≤ 300                             |
| Габаритные размеры, мм:                         |                                   |
| блока обработки                                 | 495 × 255 × 653                   |
| " коммутатора                                   | 195 × 121 × 200                   |
| Масса, кг                                       | 800                               |

Разработчик — ПКТИ "Водоавтоматика и метрология", Кыргызстан.

**Лазерный доплеровский расходомер жидкостей ЛДР-О.** Это образцовый прибор, предназначенный для градуировки и поверки расходомеров различных типов при их разработке, производстве и эксплуатации. Принцип действия



расходомера заключается в зондировании сформированного потока жидкости лазерным излучением и измерении частоты излучения, рассеянного движущимися в потоке частицами. Изменение частоты рассеянного излучения относительно частоты зондирующего излучения (доплеровский сдвиг) пропорционально измеряемому расходу.

Прибор состоит из гидравлического, оптического и электронного преобразователей. Гидравлический преобразователь представляет собой конфузорный гидроканал, формирующий в зоне измерения стабильную эпюру скоростей в требуемом диапазоне расходов, с оптическими окнами.

Оптический преобразователь включает: передающий оптический блок, состоящий из источника излучения — малогабаритного Кс-Не-лазера мощностью 1,5 МВт — и формирующей оптики; фотоприемный оптический блок, состоящий из приемной оптики и фотоприемника на основе лавинного фотодиода. Передающий и приемный оптический блоки установлены на трех координатных устройствах, что позволяет их использовать для определения поля скоростей.

Электронный преобразователь обеспечивает необходимые преобразования и обработку доплеровского сигнала и выдачу результатов измерения в цифровом и аналоговом виде пропорционально соответствующему среднему и мгновенному значениям расхода.

Для градуировки и поверки расходомера во время эксплуатации используют электромеханическое устройство для имитационной поверки ИРЛДР. При имитационной поверке гидравлический преобразователь не демонтируют из трубопровода, а поверяют только оптический и электронный преобразователи.

Расходомеры ЛДР-О отличаются от других расходомеров высокой точностью и воспроизводимостью показаний, широким диапазоном измеряемых расходов, быстродействием, минимальными потерями давления, возможностью получения дополнительной информации о гидродинамических параметрах потоков.

#### Основные технические данные

|                                                               |                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Диаметр условного прохода гидравлического преобразователя, мм | 10...300                                                                                       |
| Диапазон расходов, м <sup>3</sup> /ч                          | 0,001...1000                                                                                   |
| Погрешность измерения, %                                      | 0,15 (с индивидуальной градуировочной характеристикой, приводимой в паспорте)                  |
| Воспроизводимость, %                                          | 0,15...0,3                                                                                     |
| Минимальное время преобразования, с                           | 10 <sup>-2</sup>                                                                               |
| Потери давления, МПа                                          | 0,02                                                                                           |
| Форма представления информации                                | Цифровая индикация в единицах расхода; 8-разрядный "2-10" код; 1...10 В постоянного напряжения |

**Шариковые расходомеры "ШТОРМ-50М-55".** Предназначены для измерения расхода воды в технологических трубопроводах. Вода не должна содержать механических и газовых включений. Приборы можно транспортировать закрытым



транспортом любого вида, кроме самолетов, в соответствии с действующими правилами перевозки.

Расходомер "ШТОРМ-50М-55" состоит из 55 первичных преобразователей ШАДР-50М, 55 магнитоиндукционных преобразователей МИП-Г и транзисторного измерительного блока ТИБР-55Н. Принцип его действия заключается в измерении скорости закрученного (с помощью тангенциально расположенных отверстий) потока среды с помощью чувствительного элемента — шара, вращающегося под действием этого потока. Шар помещен в кольцеобразную камеру, замкнутую со стороны входа потока и имеющую сообщение с полостью, в которой происходит закрутка жидкости. В кольцеобразной камере благодаря силам вязкостного трения образуется закрученный поток жидкости, приводящий в движение шар. Частота вращения шара пропорциональна скорости измеряемого потока, то есть объемному расходу. Частота вращения шара при помощи магнитоиндукционного преобразователя преобразуется в электрический импульсный сигнал той же частоты.

Частотно-импульсный сигнал от каждого из 55 магнитоиндукционных преобразователей по линиям связи поступает на вход блока ТИБР-55Н, где преобразуется в сигнал напряжения постоянного тока, пропорциональный измеряемому расходу.

В комплект поставки расходомера входят: первичный преобразователь ШАДР-50М; магнитоиндукционный преобразователь МИП-Г; транзисторный измерительный блок ТИБР-55Н; техническое описание и инструкция по эксплуатации расходомера (на партию расходомеров, направляемых в один адрес); техническое описание и инструкция по эксплуатации транзисторного измерительного блока ТИБР-55Н (на партию расходомеров, направляемых в один адрес); паспорт; методические указания МИ 231-86, МИ 1232-86.

#### Основные технические данные

|                                                                                                                                                                                |                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Диапазон измерения расхода, м <sup>3</sup> /ч                                                                                                                                  | 8...50                                                                  |
| Основная допускаемая погрешность расходомера, %                                                                                                                                | ≤ 1,5                                                                   |
| верхнего предела измерения                                                                                                                                                     |                                                                         |
| Потеря давления при установке первичного преобразователя в технологическую линию при максимальном расходе, МПа                                                                 | ≤ 0,05                                                                  |
| Запас по статическому давлению от линии насыщения "вода-пар", МПа                                                                                                              | ≥ 1                                                                     |
| Средний ресурс расходомера, ч                                                                                                                                                  | ≥ 40000 (через 30000 ч наработки проводится ремонт или замена ТИБР-55Н) |
| Назначенный ресурс ТИБР-55Н (обеспечивается за счет электронных преобразователей ЭП-5Н, блока фильтров БФ и блока выпрямителей БВ после выработки ими технического ресурса), ч | 90000                                                                   |
| Назначенный ресурс ЭП-5Н, БФ и БН (в назначенный ресурс входит все время, в течение которого на ТИБР-55Н подано напряжение питания), ч                                         | 30000                                                                   |
| Выходные сигналы расходомера:                                                                                                                                                  |                                                                         |
| напряжение постоянного тока, В и мВ                                                                                                                                            | 0...5 и 0...50                                                          |



|                                                                              |                             |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| контрольные сигналы при подаче на ТИБР-55Н)<br>сигнала контроля 24 В, В и мВ | $3 \pm 0,15$ и $30 \pm 1,5$ |
| Питание расходомера — от сети переменного тока:                              |                             |
| напряжение, В                                                                | $220^{+22\%}_{-33\%}$       |
| частота, Гц                                                                  | $50 \pm 1$                  |
| Потребляемая мощность, В · А                                                 | $\leq 500$                  |
| Условия эксплуатации:                                                        |                             |
| диапазон температур измеряемой среды, °С                                     | 2...285                     |
| температура окружающего воздуха, °С                                          | 0...285                     |
| относительная влажность воздуха при температуре<br>0...35 °С, %              |                             |
| для ШАДР-50М и МИП-Г                                                         | $\leq 95$                   |
| для ТИБР-55Н                                                                 | 30...80                     |
| В измеряемой среде допускается содержание, мг/л <sup>-1</sup> :              |                             |
| Cl <sup>-1</sup>                                                             | $\leq 0,1$                  |
| Fe                                                                           | $\leq 0,2$                  |
| O <sub>2</sub>                                                               | $\leq 0,3$                  |
| Cu                                                                           | $< 0,05$                    |

**Шариковые преобразователи расхода "Сатурн-М".** Предназначены для преобразования расхода жидкости в унифицированный выходной сигнал постоянного тока. Они состоят из первичного преобразователя ДРШС, выбираемого в зависимости от диапазона измеряемого расхода, и передающего преобразователя ЧАП-М. Принцип их действия основан на вращении закрученным потоком свободно плавающего тела — шара. Частота вращения шара пропорциональна расходу измеряемой среды.

Вращающийся в потоке шар, проходя мимо индуктивного узла съема сигнала, расположенного снаружи корпуса ДРШС, вызывает изменение распределения магнитного поля, что приводит к модуляции электрического сигнала, поступающего с ДРШС на ЧАП-М. ЧАП-М формирует, усиливает и преобразует эти сигналы в унифицированные выходные сигналы постоянного тока.

Принцип действия передающего преобразователя ЧАП-М заключается в осреднении сглаживающим фильтром импульсов стабильной длительности и амплитуды, следующих пропорционально частоте вращения шара.

Преобразователи расхода относятся к восстанавливаемым неремонтируемым однофункциональным изделиям.

Модификации преобразователей расхода "Сатурн-М" приведены в таблице 3.12.

### 3.12. Модификации преобразователей расхода "Сатурн-М"

| Модификация преобразователя | Верхний предел измерения, м <sup>3</sup> /ч | Диаметр условного прохода трубопровода, мм |
|-----------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| "Сатурн-32М"                | 2,5; 3,15; 4                                | 32                                         |
| "Сатурн-40М"                | 4; 5; 6,3; 8; 10                            | 40                                         |
| "Сатурн-50М"                | 8; 10; 12,5; 16; 20; 25                     | 50                                         |



|               |                          |     |
|---------------|--------------------------|-----|
| "Сатурн-70М"  | 25; 31,3; 40; 50; 63     | 70  |
| "Сатурн-100М" | 40; 50; 63; 80; 100; 125 | 100 |
| "Сатурн-125М" | 80; 100; 125; 160; 200   | 125 |
| "Сатурн-150М" | 160; 200; 250; 315; 400  | 150 |

### Основные технические данные

|                                                                                                                |                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Параметры измеряемой среды — вода по ГОСТ 2874—82:                                                             |                                                             |
| температура, °С                                                                                                | 2...100                                                     |
| давление, МПа                                                                                                  | ≤ 6,4                                                       |
| Температура окружающего воздуха, °С:                                                                           |                                                             |
| для ДРШС                                                                                                       | — 50...+50                                                  |
| для ЧАП-М                                                                                                      | 5...50                                                      |
| Выходной сигнал постоянного тока при сопротивлении нагрузки, мА:                                               |                                                             |
| от 0 до 2,5 кОм                                                                                                | 0...5                                                       |
| от 0 до 1 кОм                                                                                                  | 0...20                                                      |
| Питание — от сети переменного тока:                                                                            |                                                             |
| напряжение, В                                                                                                  | $220^{+22}_{-33}$ и $240^{+24}_{-36}$                       |
| частота, Гц                                                                                                    | $50 \pm 1$ и $60 \pm 1$ (по соответствующему наряду-заказу) |
| Потребляемая мощность, В · А                                                                                   | ≤ 20                                                        |
| Длина линии связи от первичного до передающего преобразователя по трассе кабеля, м                             | ≤ 100                                                       |
| Норма средней наработки на отказ, ч                                                                            | 75 000                                                      |
| Средний срок службы, лет                                                                                       | 12                                                          |
| Допускаемая основная погрешность измерения, % максимального расхода или наибольшего значения выходного сигнала | ± 1; ± 0,5                                                  |
| Потеря давления при максимальном расходе, МПа                                                                  | ≤ 0,05                                                      |
| Масса, кг:                                                                                                     |                                                             |
| ДРШС                                                                                                           | 66                                                          |
| ЧАП-М                                                                                                          | 4                                                           |

**Судовой автоматизированный комплекс "Створ".** Предназначен для оперативного определения расхода воды средних и больших рек. Принцип его действия заключается в определении расхода вода по скорости течения, измеренной в поверхностном слое воды во время движения судна по гидроствору, углу между направлением вектора скорости и линией створа и глубине русла. Обработка результатов измерения и вычисление расхода воды с учетом коэффициента перехода от поверхностной к средней скорости течения осуществляются автоматически в процессе движения судна. Значения расхода регистрируются на цифровом табло.

Комплекс "Створ" можно использовать на маломерных судах (катерах,



Достоинство комплекса: скорости течения воды фиксируются не в отдельных точках поперечного сечения, а измеряются непрерывно, что устраняет основной недостаток метода скорость — площадь — дискретность измерения расхода воды.

## 30,8

329



Счетный механизм имеет пять барабанчиков для указания объема воды в кубических метрах и четыре стрелочных указателя для определения долей кубических метров. Сигнальная звездочка на шкале счетного механизма обеспечивает повышение разрешающей способности счетчика.

#### Основные технические данные

|                                                            |         |
|------------------------------------------------------------|---------|
| Расход, м <sup>3</sup> /ч:                                 |         |
| максимальный                                               | 3,0     |
| номинальный                                                | 1,5     |
| эксплуатационный                                           | 1,65    |
| переходный                                                 | 0,10    |
| минимальный                                                | 0,03    |
| Наибольший измеряемый объем воды за сутки, м <sup>3</sup>  | 60      |
| Допускаемая относительная погрешность измерения расхода, % |         |
| от переходного до максимального                            | ± 2     |
| от минимального до переходного                             | ± 5     |
| Средняя наработка на отказ, ч                              | 100 000 |
| Полный средний срок службы, лет                            | 12      |
| Безотказная наработка, м <sup>3</sup>                      | 12 400  |

**Крыльчатый счетчик холодной воды СКВ-65.** Предназначен для определения объема питьевой воды, протекающей по трубопроводу. Принцип его действия заключается в измерении числа оборотов крыльчатки, вращающейся со скоростью, пропорциональной скорости потока (расходу) воды в трубопроводе.

В состав счетчика входят следующие основные узлы: измерительная камера; счетный блок; регулирующее устройство и корпус. Измерительная камера состоит из стакана, крыльчатки и ведущей магнитной полумуфты. Счетный блок содержит счетную головку, чашу и ведомую магнитную полумуфту. Счетная головка включает в себя редуктор и счетный механизм.

Прибор работает следующим образом: вода через входной патрубок корпуса поступает в измерительную камеру на лопасти крыльчатки и приводит ее во вращение. Вращение крыльчатки через магнитную муфту и цилиндрическую зубчатую передачу передается на редуктор и счетный механизм, по которому определяется объем воды, прошедшей через счетчик.

#### Основные технические данные

|                                                    |        |
|----------------------------------------------------|--------|
| Расход воды, м <sup>3</sup> /ч:                    |        |
| минимальный                                        | 0,35   |
| переходный                                         | 1,5    |
| эксплуатационный                                   | 15     |
| номинальный                                        | 25     |
| максимальный                                       | 50     |
| Наибольший измеренный объем воды, м <sup>3</sup> : |        |
| за сутки                                           | 540    |
| за месяц                                           | 10 800 |



|                                                                        |         |
|------------------------------------------------------------------------|---------|
| Температура воды, °С                                                   | 5...40  |
| Давление воды, МПа                                                     | 1,0     |
| Допускаемая относительная погрешность измерения при расходе, %:        |         |
| от 0,35 до 1,5 м <sup>3</sup> /ч                                       | ± 5     |
| от 1,5 до 50 м <sup>3</sup> /ч                                         | ± 2     |
| Порог чувствительности, м <sup>3</sup> /ч                              | 0,16    |
| Емкость счетного устройства, м <sup>3</sup>                            | 99999,9 |
| Цена единицы наименьшего разряда отсчетного устройства, м <sup>3</sup> | 0,002   |
| Масса, кг                                                              | 14,8    |

**Турбинные счетчики холодной воды типа СТВ.** Предназначены для определения расхода и объема воды, протекающей по трубопроводу, при температуре от 5 до 40 °С и давлении не более 1,0 МПа. Принцип их действия заключается в измерении числа оборотов турбинки, вращающейся со скоростью, пропорциональной скорости воды, протекающей через него.

Счетчик состоит из измерительной камеры, счетного блока, регулирующего устройства и корпуса. Измерительная камера включает в себя струевыпрямитель, камеру, турбинку и магнитную полумуфту. Счетный блок содержит счетную головку, корпус-крестовину, вертикальную ось с коническим и цилиндрическим зубчатыми колесами, магнитную полумуфту с коническим зубчатым колесом и устройство регулирования зацепления конической передачи. Счетная головка состоит из редуктора и счетного механизма, а регулирующее устройство — из корпуса и регулятора.

Прибор работает следующим образом. Вода из трубопровода через струевыпрямитель поступает в камеру на лопасти турбинки и приводит ее во вращение. Это вращение передается на редуктор и счетный механизм, по которому определяется расход воды, прошедшей через счетчик.

Основные технические характеристики счетчиков приведены в таблице 3.13.

### 3.13. Технические характеристики счетчиков

| Параметр                                                    | СТВ-65 | СТВ-80 | СТВ-100 | СТВ-150 | СТВ-200 | СТВ-250 |
|-------------------------------------------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Расход воды, м <sup>3</sup> /ч:                             |        |        |         |         |         |         |
| минимальный $Q_{\min}$                                      | 1,5    | 2,0    | 3,0     | 4,0     | 6,0     | 15      |
| переходный $Q_{\text{п}}$                                   | 6,0    | 8,0    | 12      | 20      | 50      | 80      |
| эксплуатационный $Q_{\text{э}}$                             | 17     | 36     | 65      | 140     | 210     | 380     |
| номинальный $Q_{\text{ном}}$                                | 35     | 55     | 90      | 175     | 300     | 500     |
| максимальный $Q_{\text{max}}$                               | 70     | 110    | 180     | 350     | 600     | 1000    |
| Наибольший измеренный объем воды, м <sup>3</sup> :          |        |        |         |         |         |         |
| за сутки                                                    | 610    | 1 300  | 2 350   | 5 100   | 7 600   | 13 700  |
| за месяц                                                    | 12 250 | 26 000 | 47 000  | 100 000 | 150 000 | 275 000 |
| Допускаемая относительная погрешность измерения расхода, %: |        |        |         |         |         |         |
| от $Q_{\min}$ до $Q_{\text{п}}$                             |        |        | ± 5     |         |         |         |
| от $Q_{\text{п}}$ до $Q_{\text{max}}$                       |        |        | ± 2     |         |         |         |



**Пневматический регистрирующий прибор с интегратором МТС-711 Ин.** Предназначен для регистрации и суммирования во времени расходов воды, измеряемых дифференциальными манометрами с преобразователями для телеметрической передачи пневматических сигналов с записью на дисковой диаграмме. Прибор устойчив к воздействию температуры окружающей среды от  $-10$  до  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  (исполнение УХЛ4) и от  $1$  до  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  (исполнение 04 по ГОСТ 15150). Он состоит из узла чувствительного элемента и самопишущей части с дополнительным устройством — интегратором. Самопишущая часть имеет привод диаграммного диска от электродвигателя.

Принцип действия узла чувствительного элемента заключается в использовании деформации упругой системы (трубки Бурдона) при воздействии на нее давления (входного сигнала).

В комплект поставки входят: пневматический регистрирующий прибор с интегратором МТС-711; диаграммный диск; пенал с иглами; кронштейн; перо; флакон с фиолетовыми чернилами; глазная пипетка; техническое описание и инструкция по эксплуатации; паспорт.

#### Основные технические данные

|                                                       |                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Класс точности прибора                                | 1                                                                                                                                                  |
| Входной пневматический сигнал, кПа                    | 20...100                                                                                                                                           |
| Верхние пределы измерений выбираются из ряда          | $A = a \cdot 10^n$ , где $a$ — одно из чисел 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; $n$ — целое (положительное или отрицательное) число или нуль |
| Нижний предел измерений, % верхнего предела измерений | $\leq 30$                                                                                                                                          |
| Питание прибора:                                      |                                                                                                                                                    |
| напряжение, В                                         | $220^{+22}_{-33}$ или $240^{+24}_{-36}$                                                                                                            |
| частота, Гц                                           | $(50 \pm 1)$ или $(60 \pm 1)$                                                                                                                      |
| Потребляемая мощность, В · А                          | 5                                                                                                                                                  |
| Срок службы, лет                                      | 8                                                                                                                                                  |
| Масса, кг                                             | 8                                                                                                                                                  |

**Счетчики стока воды СК-40 и СК-100.** Предназначены для определения объема стока воды на внутрихозяйственной открытой оросительной сети в целях нормирования водопользования, а также учета воды на отводах открытого и закрытого дренажа. Они могут быть выполнены в стационарном или переносном вариантах. Их относят к объемным водомерам.

Счетчики состоят из колес в виде восьмигранных барабанов с лопастями и лотков. На одном из концов осей колес имеются счетчики оборотов СО-66, с помощью которых и учитывается объем протекшей воды.

Приборы свободно пропускают наносы и мусор. Режим их работы — кругло-суточный.



## Основные технические данные

Предельные расходы, м<sup>3</sup>/с:

СК-40

СК-100

Погрешность измерения, %

Потеря напора (перепада), м

0,04

0,125

± 5

≤ 0,08

Изготовитель — НПО САНИИРИ, Узбекистан.

**Индикаторы стока ИС-01, ИС-02, ИС-03.** Прибор ИС-01 предназначен для учета воды в трубопроводах оросительных систем и насосных станций, а также в скважинах вертикального дренажа диаметром от 150 до 500 мм. В его комплект входят трубка Вентури и счетчик воды УВК-20 (рис. 3.3).

Индикатор ИС-02 применяют для учета воды в системах капельного и внутрипочвенного орошения, трубопроводах дождевальных установок, насосных станций и скважинах вертикального дренажа диаметром 80...150 мм. Он состоит из счетчика УВК-20 и трубы в виде дюкера (рис. 3.4).

Прибор ИС-03 (рис. 3.5) предназначен для измерения расхода и стока воды в

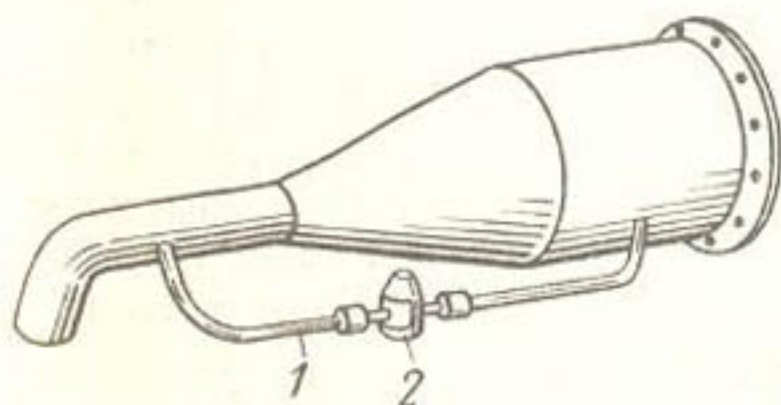


Рис. 3.3. Индикатор стока воды ИС-01:

1 — трубка Вентури; 2 — счетчик воды УВК-20

Рис. 3.4. Индикатор стока воды ИС-02:

1 — счетчик воды УВК-20; 2 — труба в виде дюкера

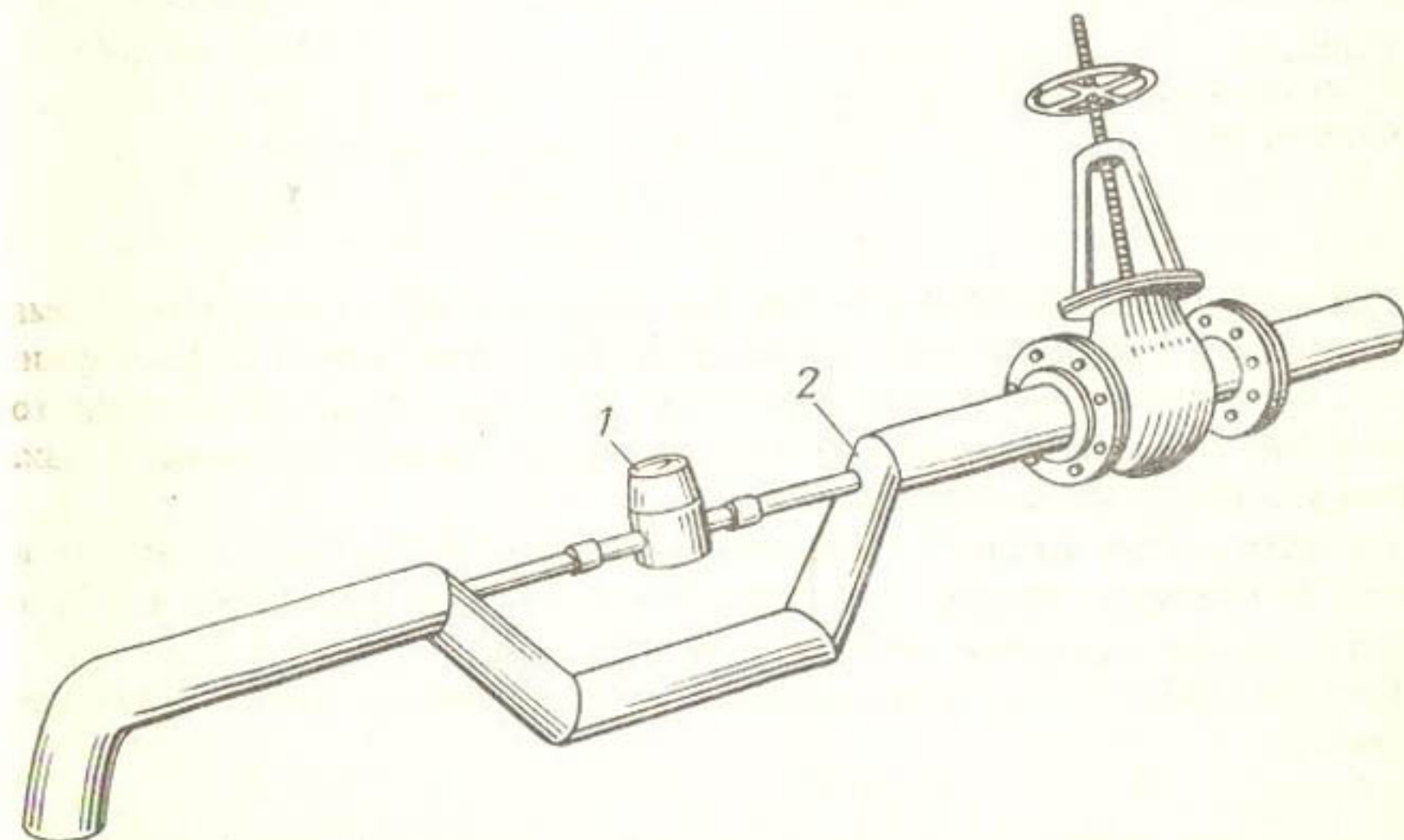
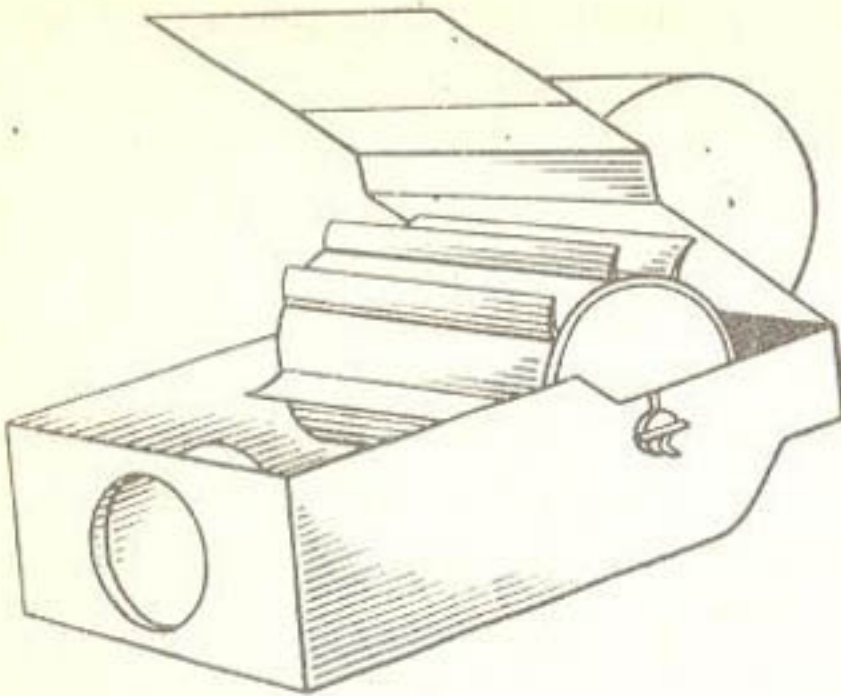




Рис. 3.5. Индикатор стока воды ИС-03



устьях дрен, а также на поливных участках при проведении водобалансовых работ в условиях платного водопользования.

Индикаторы ИС-01 и ИС-02 – стационарные, а ИС-03 – переносной. Их технические характеристики приведены в таблице 3.14.

Изготовитель – НПО САНИИРИ, Узбекистан.

#### 3.14. Технические характеристики индикаторов

| Параметр                                      | ИС-01              | ИС-02             | ИС-03     |
|-----------------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------|
| Расход воды, л/с                              | 10...150           | 50...60           | 0,5...8   |
| Погрешность измерения расхода и стока воды, % | 6                  | 6                 | 5,5       |
| Диаметр трубопроводов, мм                     | 150; 200; 300; 500 | 80; 100; 120; 150 | 100...180 |
| Срок службы, лет                              | 10                 | 10                | 5         |
| Масса комплекта, кг                           | 10; 15; 20; 40     | 8; 10; 12; 14     | 8         |

**Стокомер-колесо.** Предназначен для измерения расхода воды на внутрихозяйственной открытой оросительной сети в целях нормирования водопользования, а также учета воды на отводах открытого и закрытого дренажа. Он состоит из колеса, имеющего вид восьмигранного барабана с лопастями, и лотка (ложа). На одном из концов оси колеса имеется счетчик оборотов СО-66, с помощью которого учитывается объем протекшей воды.

Режим работы прибора – круглосуточный.

#### Основные технические данные

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| Предельные расходы, л/с     | 20; 40; 125 |
| Погрешность измерения, %    | ± 5         |
| Потеря напора (перепада), % | ≤ 8         |

Изготовитель – НПО САНИИРИ, Узбекистан.

**Водомерное устройство для определения стока в устье закрытой дрены.** Предназначено для автоматизированного измерения расхода и объема стока воды в устье закрытой дрены, впадающей в открытый или закрытый коллектор.



Основным его элементом является поршень-турбинка, приводимый в движение потоком воды. Вращение поршня-турбинки передается счетному механизму, который суммирует обороты и таким образом учитывает расход протекшей воды.

Водомерное устройство монтируют на дрене, впадающей в смотровой колодец. Кожух с патрубком закрепляют в горизонтальном положении регулируемым винтом, расположенным на верхней части кожуха у отверстия.

На крышке смотрового колодца устанавливают защитный кожух счетчика так, чтобы ось вращения подвеса совпадала с осью патрубка устройства. Отклонение подвеса поршня от вертикальной оси может достигать  $2...3^\circ$  при длине тяги, определяемой габаритными размерами смотрового колодца (ошибка в длине допускается  $\pm 1$  см нормального положения поршня в патрубке).

Водомерное устройство исполнения 1 рекомендуется использовать на закрытых дренах диаметром до 100 мм, а водомерное устройство исполнения 2 с дополнительными отверстиями в кожухе — на дренах диаметром более 100 мм.

#### Основные технические данные

|                                 |                                                     |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Диапазон измерения расхода, л/с | 0,2...2 (исполнение 1);<br>0,5...5,0 (исполнение 2) |
| Погрешность измерения стока, %  | 3...4                                               |

Разработчик — Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации (ВолжНИИГиМ, г. Энгельс).

**Динамометрический перепадамер со счетчиком стока ПДС-06.** Предназначен для местного измерения перепада напора (уровней) воды на расходоизмерительной приставке, устанавливаемой на водовыпуске пропускной способностью от 0,5 до 10,0 м<sup>3</sup>/с. Принцип его действия заключается в том, что создаваемая местным сопротивлением расходоизмерительной приставки разность напоров (давлений) воспринимается поршнем-турбинкой и преобразуется в показание расхода на шкале циферблата и суммарный сток воды за время работы.

#### Основные технические данные

|                                                                |                 |
|----------------------------------------------------------------|-----------------|
| Допускаемая основная погрешность измерения перепада уровней, % | 1,5             |
| Диапазон измерения перепада уровней, м                         | 0...0,6         |
| Порог чувствительности, мм                                     | 5,0             |
| Габаритные размеры, мм                                         | 130 × 190 × 350 |
| Масса прибора, кг                                              | 5,0             |

Изготовитель — ПКТИ "Водоавтоматика и метрология", Кыргызстан.

**Динамометрический перепадамер со счетчиком стока ПДС-80.** Предназначен для автоматизированного учета расхода и объема стока воды на расходоизмерительных устройствах гидротехнических сооружений магистральных и распределительных каналов оросительных и осушительных систем при пропускной способности типовых сооружений до 10 м<sup>3</sup>/с, сооружений индивидуального проектирования — до 50 м<sup>3</sup>/с. Прибор работает по принципу переменного перепада уровней (давлений), который воспринимается неуплотненным поршнем-турбинкой, находящимся в патрубке на расходоизмерительном устройстве. Поршень подве-



шен к механизму прибора на гибкой тяге, длина которой определяется конструкцией сооружения. Перемещение поршня под действием разности давлений преобразуется в показание секундного расхода на шкале, а вращение его приводит в действие механический счетчик стока. Многопредельность измерения перепада уровней (давлений) обеспечивается диафрагмированием выходного сечения патрубка.

#### Основные технические данные

|                                             |                 |
|---------------------------------------------|-----------------|
| Пределы измерения разности уровней воды, см | 0...70          |
| Погрешность измерения, %:                   |                 |
| разности уровней воды                       | $\pm 1,6...2,0$ |
| расхода на расходоизмерительном устройстве  | $\pm 4...5$     |
| сооружения                                  |                 |
| объема стока                                | $\pm 5...6$     |
| Масса прибора, кг                           | 2,5...3,0       |
| Гарантийный срок эксплуатации, год          | 8               |

Разработчик — ВолжНИИГиМ.

**Сужающие расходомеры.** Предназначены для измерения расхода воды в напорном трубопроводе. Наибольшее распространение имеют нормальная диафрагма, нормальное сопло и труба Вентури с сопловым входом (рис. 3.6, 3.7, 3.8),

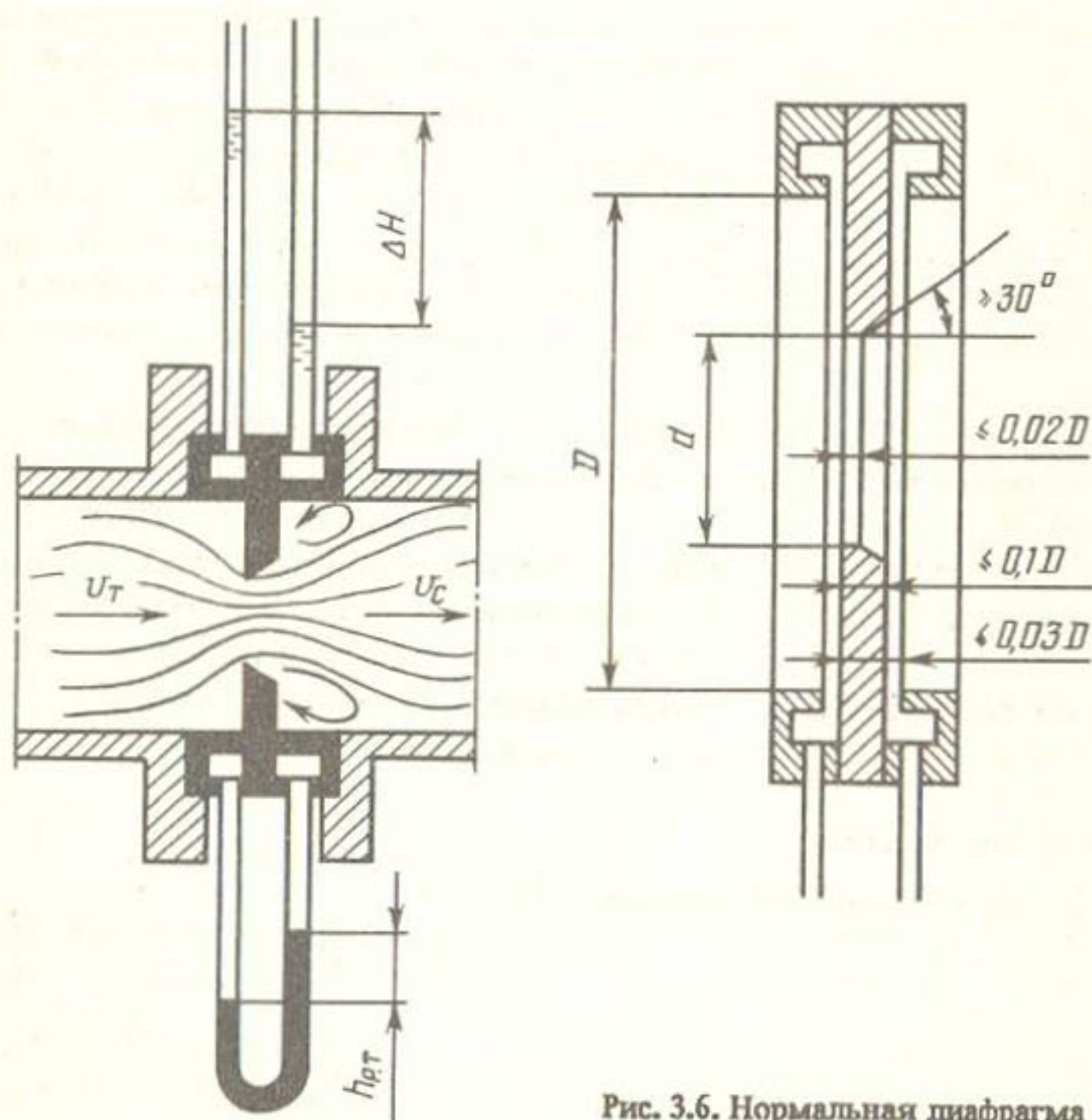


Рис. 3.6. Нормальная диафрагма



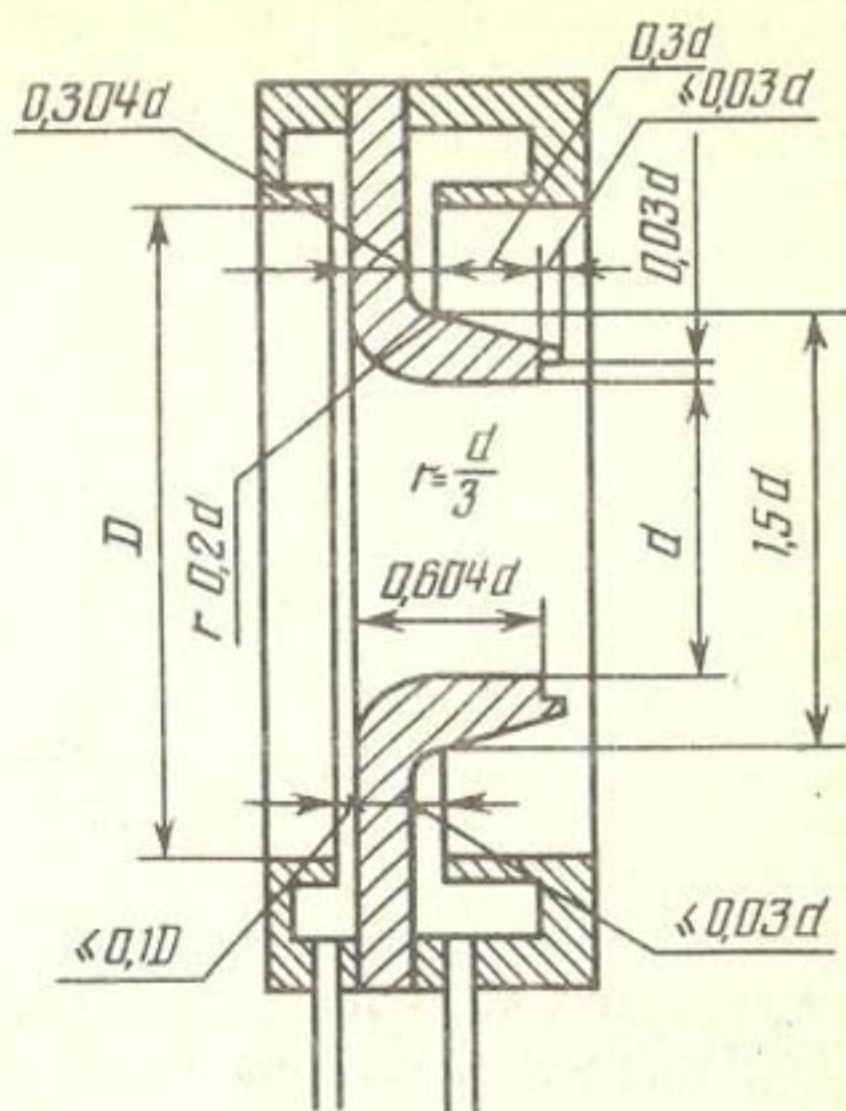
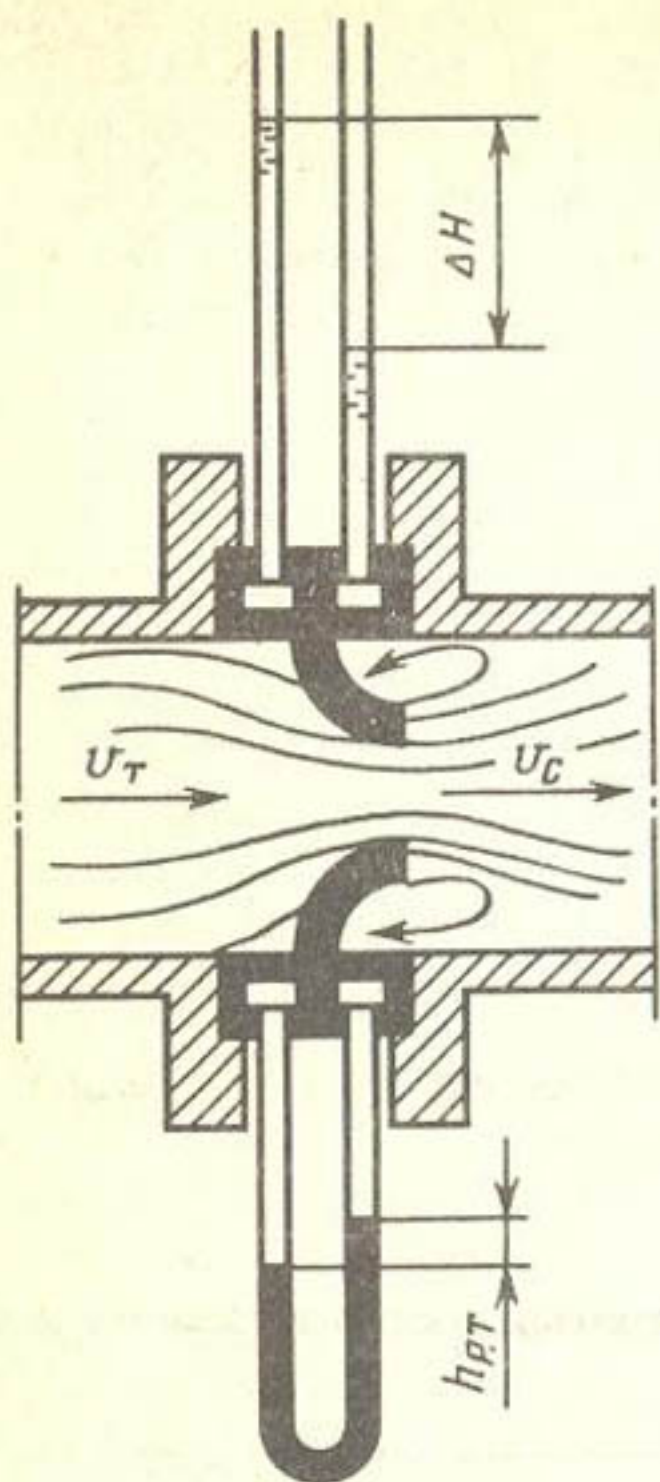


Рис. 3.7. Нормальное сопло

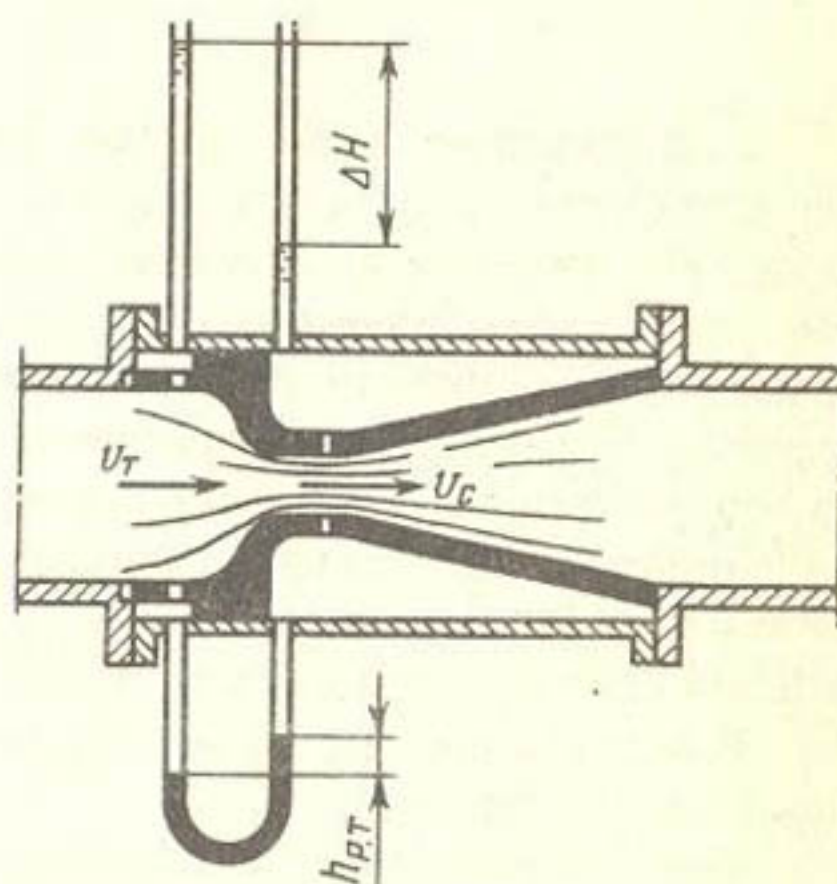
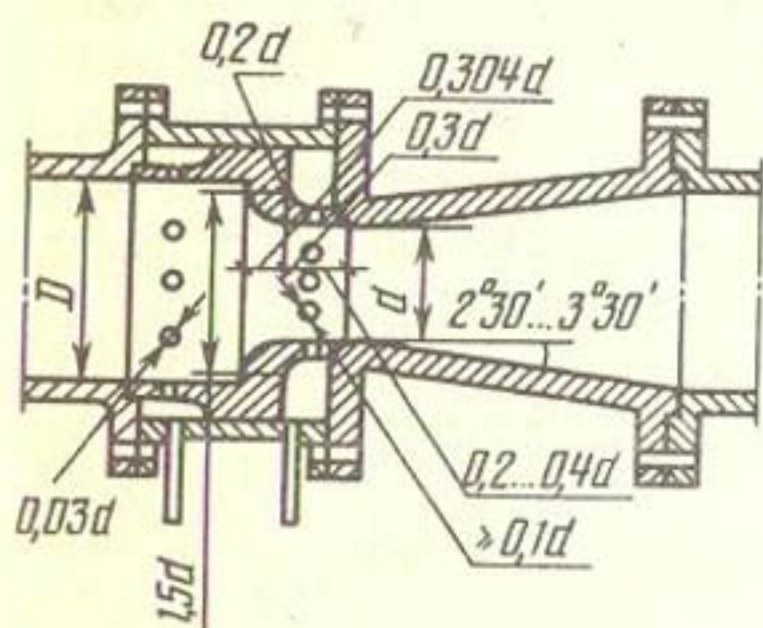


Рис. 3.8. Труба Вентури



использование которых базируется на законах гидравлики. Принцип действия этих расходомеров заключается в измерении вызываемого ими перепада давления перед сужением в сечении 1-1 и в сжатом сечении с-с (рис. 3.9).

Расчетная формула для определения расхода  $Q$  протекающей через расходомер жидкости имеет вид:

$$Q = \mu S \sqrt{2g} \sqrt{(p_1 - p_c)/\gamma} = C \sqrt{\Delta H},$$

где  $\mu$  — коэффициент расхода дроссельного прибора;  $S$  — площадь сечения проходного сечения сужающего устройства;  $p_1, p_c$  — давления в выбранных сечениях;  $\gamma$  — плотности жидкости, протекающей в трубопроводе;  $C$  — коэффициент дроссельного прибора,  $C = \mu S \sqrt{2g}$ ;  $\Delta H$  — разность показаний расходомеров.

Для практических расчетов значения  $\mu$  можно взять из экспериментальных графиков зависимости  $\mu$  от отношения  $d/D$  (где  $d$  — диаметр проходного отверстия сужающего устройства;  $D$  — диаметр трубы) и от числа Рейнольдса. Использовать эти значения  $\mu$  можно при условии установки расходомера в соответствии с руководящими указаниями.

**Диффузорный расходомер.** Предназначен для измерения расхода воды в напорном трубопроводе. Он обеспечивает расширение потока протекающей жидкости.

Начальный участок расходомера (рис. 3.10), служащий для расширения потока, расход которого измеряется, выполнен в виде ступенчатого диффузора 1. Непосредственно за диффузором размещены одна или две решетки 2, выравнивающие поля скоростей и полных давлений, с оптимальным сопротивлением. Наилучшее выравнивание получается при коэффициенте сопротивления решетки  $\zeta = 2$ . Такое значение  $\zeta$  может быть обеспечено решеткой в виде перфорированного листа с отношением суммарной площади отверстий ко всей площади сечения трубы, равным 0,6.

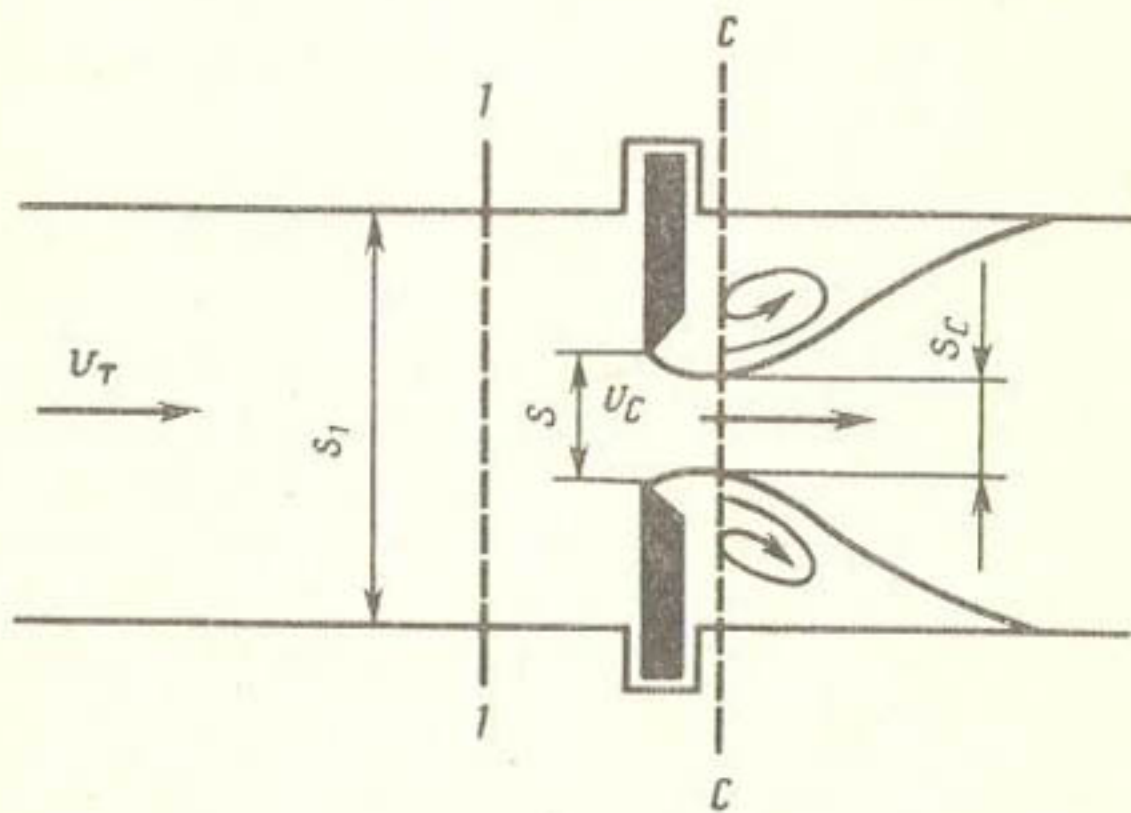


Рис. 3.9. Схема потока в сужающем расходомере



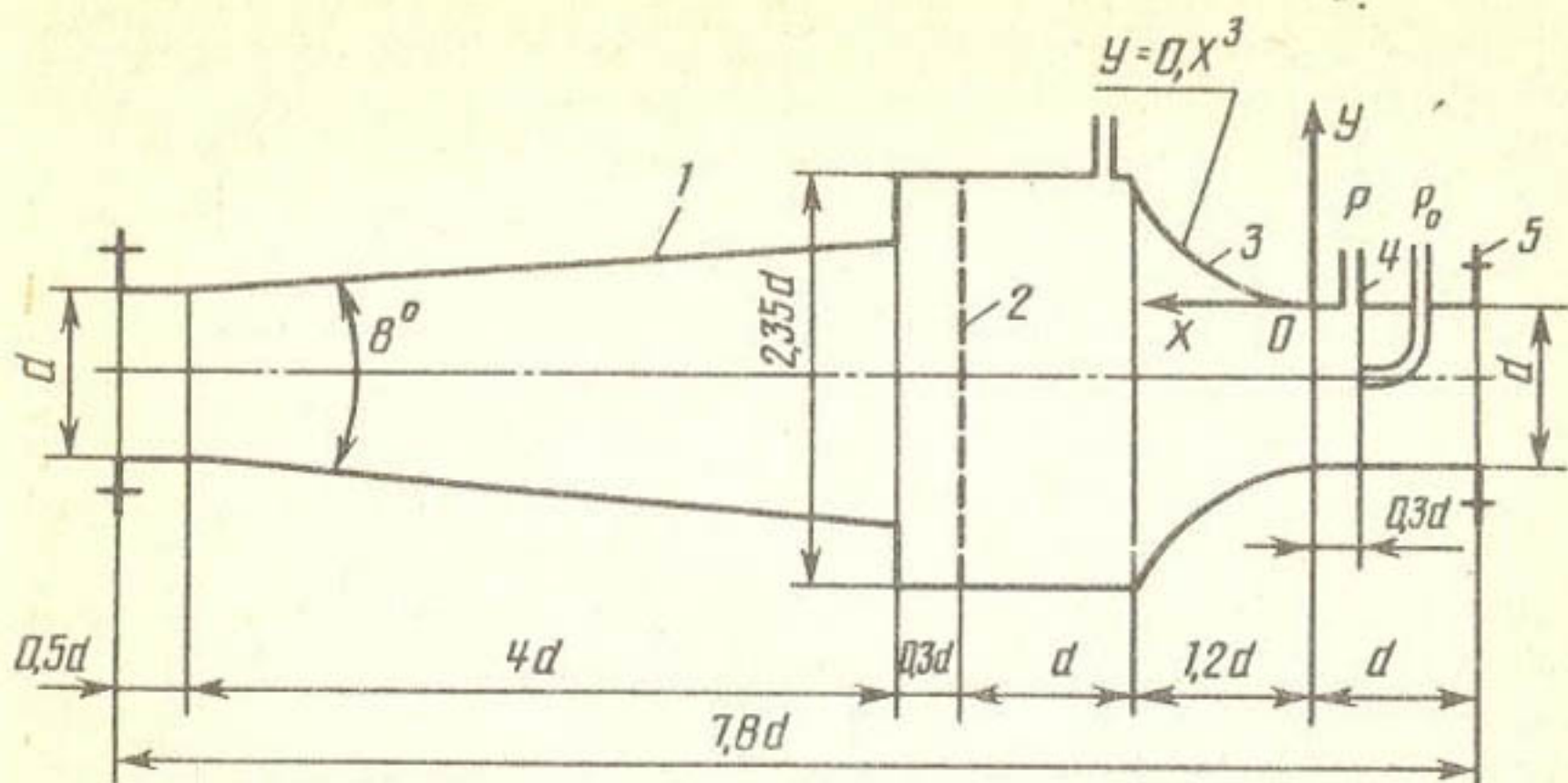


Рис. 3.10. Диффузорный расходомер:

1 — ступенчатый диффузор; 2 — решетки; 3 — сопло; 4 — приемник статического давления; 5 — труба Пито

Сужает поток до первоначальных размеров и дополнительно выравнивает поля скоростей сопло 3, очерченное по любой кривой, обеспечивающей параллельноструйность потока в выходном сечении, например по параболе третьей степени. На цилиндрическом выходном участке сопла размещены приемник статического давления 4 и труба Пито 5, к которым присоединяют пьезометры или дифференциальный манометр, измеряющий разность давлений  $\Delta p = p_0 - p$ .

Расход в трубопроводе определяют по формуле

$$Q = K \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2g \frac{\Delta p}{\gamma}},$$

где  $K$  — поправочный коэффициент.

Диффузорный расходомер можно применять при достаточно больших значениях скорости течения жидкости в трубе.

**Ротаметры.** Предназначены для измерения расхода воды в напорном трубопроводе. Они представляют собой вертикально установленную конусную стеклянную или металлическую трубку, в которой помещен поплавок плотностью больше плотности протекающей жидкости. При движении жидкости по трубке снизу вверх поплавок поднимается вверх до тех пор, пока не займет такое положение, при котором перепад давления, обусловленный сопротивлением кольцевого сечения, образованного поплавком и трубкой, уравнивает разницу в весе самого поплавка и жидкости в объеме поплавка. Таким образом, определенному расходу жидкости соответствует определенная высота положения поплавка.

Расход жидкости в трубке

$$Q = \mu S \sqrt{\frac{2g V_{\text{п}} (\gamma_{\text{п}} - \gamma_{\text{ж}})}{S_{\text{п}} \gamma_{\text{ж}}}},$$



где  $\mu$  — коэффициент расхода, который для предварительных расчетов можно принимать равным 0,62;  $S$  — площадь проходного сечения кольцевой щели между бортиком поплавка и трубкой, зависящая от высоты положения поплавка;  $V_{\text{п}}$  — объем поплавка;  $\gamma_{\text{п}}$  и  $\gamma_{\text{ж}}$  — плотность поплавка и протекающей жидкости;  $S_{\text{п}}$  — площадь поперечного (лобового) сечения поплавка в широкой части.

Расход жидкости определяют по шкале, нанесенной непосредственно на прибор, или с помощью электропневмо- или радиоактивных датчиков, фиксирующих положение поплавка.

Ротаметры допускают большой интервал отношения расходов  $Q_{\text{max}}/Q_{\text{min}}$  — 10:1.

Отечественной промышленностью выпускаются металлические ротаметры типов РЭ и РЭВ с условным проходом 10...70 мм на расходы (для воды) от 20 до 16 000 л/ч и на максимальное рабочее давление до 6,4 МПа, а также стеклянные ротаметры типов РС и РСС на расходы (для воды) от 2,5 до 3 000 л/ч и на рабочее давление 0,5...0,6 МПа.

**Стеклянные ротаметры с местными показателями типов РМ-А-I, РМ-II, РМ-IV.** Предназначены для измерения объемного расхода плавно меняющихся однородных потоков чистых и слабозагрязненных жидкостей, воздуха и газов (при условии индивидуальной градуировки на данном газе) с дисперсными включениями инородных частиц, нейтральных к материалам, из которых изготовлены приборы. Они рассчитаны на эксплуатацию в закрытых помещениях в районах с умеренным климатом согласно категории размещения 3 и исполнению У по ГОСТ 15150.

Потери напора от установки ротаметра в технологическую линию не должны превышать для воды 0,01 МПа, для газа 0,005 МПа. Материал уплотнения — кислотощелочестойкая резина (ГОСТ 7338). Материал внутренней арматуры ротаметров РМ-II, РМ-IV — сталь 12Х18Н9Т (ГОСТ 5632), РМ-А-I — ЛС-59-I (ГОСТ 15627).

Приборы следует устанавливать вертикально. Присоединение к линии для ротаметра типа РМ-А-I — резьбовое 1/8 ГОСТ 76111, типа РМ-II — ниппельное под шланг внутренним диаметром 8 мм, типа РМ-IV — фланцевое.

Технические характеристики для ротаметров различных типоразмеров даны в таблице 3.15.

**Электрические ротаметры типов РЭ-Т, РЭ-В.** Предназначены для измерения объемного расхода плавно меняющихся однородных потоков чистых и слабозагрязненных жидкостей с дисперсными немагнитными включениями инородных частиц, нейтральных к стали 12Х18Н9Т, и преобразования его в унифицированный токовый выходной сигнал. Они состоят из ротаметрической части и электрической головки. В ротаметрической части размещают ротаметрическую пару (мерительный конус-поплавок), реагирующую на изменение расхода измеряемой жидкости. Этой частью ротаметр присоединяют к технологической линии. Электрическая головка служит для обеспечения местных показаний и преобразования измеряемого расхода в электрический сигнал. Эта головка жестко крепится к ротаметрической части. Через магнитную муфту, состоящую из магнита, встроенного в поплавок, и двух магнитов, закрепленных на оси электрической головки, линейное перемещение поплавка преобразуется во вращательное движение оси.



## 3.15. Технические характеристики ротаметров

| Обозначение базовой модели ротаметра | Типоразмер ротаметра | Верхний предел измерений, м <sup>3</sup> /ч |            | Материал поплавка                 | Диаметр условного прохода, мм |
|--------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------|------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|                                      |                      | по воде                                     | по воздуху |                                   |                               |
| PM-A-I                               | PM-A-0,0025 ЖУЗ      | 0,0025                                      | —          | Д1 (ГОСТ 4784)                    | 3                             |
|                                      | PM-A-0,1 ГУЗ         | —                                           | 0,1000     | То же                             | 3                             |
|                                      | PM-A-0,004 ЖУЗ       | 0,0040                                      | —          | Сталь 12X18H9T (ГОСТ 5632)        | 3                             |
|                                      | PM-A-0,16 ГУЗ        | —                                           | 0,1600     | То же                             | 3                             |
|                                      | PM-A-0,0063 ЖУЗ      | 0,0063                                      | —          | "                                 | 3                             |
| PM-II                                | PM-A-0,25 ГУЗ        | —                                           | 0,2500     | Сталь 12X17H9T (ГОСТ 5632)        | 3                             |
|                                      | PM-A-0,063 ГУЗ       | —                                           | 0,0630     | Пресс-материал АГ-4В (ГОСТ 20437) | 3                             |
|                                      | PM-0,016 ЖУЗ         | 0,0160                                      | —          | Д1 (ГОСТ 4784)                    | 6                             |
|                                      | PM-0,025 ЖУЗ         | 0,0250                                      | —          | Сталь 12X18H9T (ГОСТ 5632)        | 6                             |
|                                      | PM-0,04 ЖУЗ          | 0,0400                                      | —          | То же                             | 6                             |
|                                      | PM-0,25 ГУЗ          | —                                           | 0,2500     | Эбонит А (ГОСТ 2784)              | 6                             |
|                                      | PM-0,4 ГУЗ           | —                                           | 0,4000     | АГ-4В (ГОСТ 10087)                | 6                             |
|                                      | PM-0,63 ГУЗ          | —                                           | 0,6300     | Д1 (ГОСТ 5784)                    | 6                             |
|                                      | PM-0,16 ЖУЗ          | 0,1600                                      | —          | Д1 (ГОСТ 4784)                    | 6                             |
|                                      | PM-0,25 ЖУЗ          | 0,2500                                      | —          | Сталь 12X18H9T (ГОСТ 5632)        | 6                             |
| PM-IV                                | PM-0,4 ЖУЗ           | 0,400                                       | —          | То же                             | 6                             |
|                                      | PM-2,5 ГУЗ           | —                                           | 2,5000     | Эбонит А (ГОСТ 2748)              | 15                            |
|                                      | PM-4 ГУЗ             | —                                           | 4,0000     | То же                             | 15                            |
|                                      | PM-6,3 ГУЗ           | —                                           | 6,3000     | Д1 (ГОСТ 4784)                    | 15                            |
|                                      |                      |                                             |            |                                   |                               |

Примечания. 1. Верхние фактические пределы измерений ротаметров не должны превышать значений верхних пределов, указанных в таблице, более чем на 20 %. 2. Нижние пределы измерений должны составлять не более 20 % верхних фактических пределов измерений.



В зависимости от значения измеряемого расхода выпускают пять базовых моделей ротаметров, каждая из которых имеет унифицированный корпус ротаметрической части. Переменные верхние пределы измерения расхода базовой модели получают установкой соответствующих конусов.

Электрическая головка унифицирована для всех базовых моделей ротаметров.

Градуировка прибора — индивидуальная, производимая предприятием-изготовителем по воде. Шкала ротаметра — условная.

Ротаметры можно эксплуатировать в макроклиматических районах с умеренным климатом и категорией размещения 3 по ГОСТ 15150, но при температурах  $-30...50^{\circ}\text{C}$  по ГОСТ 3045—81.

По защищенности от воздействия окружающей среды приборы должны соответствовать пылезащищенному исполнению П1 по ГОСТ 17785, водозащищенному исполнению В2 по ГОСТ 17786 и взрывобезопасному для ротаметров исполнения РЭВ-Т.

Присоединение ротаметров к трубопроводу — фланцевое.

Верхние пределы измерений и рабочее давление для ротаметров различных исполнений приведены в таблице 3.16.

**3.16. Верхние пределы измерений и рабочее давление для ротаметров различных исполнений**

| Обозначение базовой модели ротаметров |           | Обозначение ротаметров исполнения |                | Верхний предел измерения<br>объемного расхода воды, $\text{м}^3/\text{ч}$ | Рабочее давление, $\text{МПа}$ |
|---------------------------------------|-----------|-----------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| РЭ-Т                                  | РЭВ-Т     | РЭ-Т                              | РЭВ-Т          |                                                                           |                                |
| РЭ-Т-I                                | РЭВ-Т-I   | РЭ-Т-0,10 ЖУЗ                     | РЭВ-Т-0,10 ЖУЗ | 0,10                                                                      | 6,4                            |
|                                       |           | РЭ-Т-0,16 ЖУЗ                     | РЭВ-Т-0,16 ЖУЗ | 0,16                                                                      |                                |
|                                       |           | РЭ-Т-0,25 ЖУЗ                     | РЭВ-Т-0,25 ЖУЗ | 0,25                                                                      |                                |
|                                       |           | РЭ-Т-0,40 ЖУЗ                     | РЭВ-Т-0,40 ЖУЗ | 0,40                                                                      |                                |
|                                       |           | РЭ-Т-0,63 ЖУЗ                     | РЭВ-Т-0,63 ЖУЗ | 0,63                                                                      |                                |
|                                       |           | РЭ-Т-1,00 ЖУЗ                     | РЭВ-Т-1,00 ЖУЗ | 1,00                                                                      |                                |
| РЭ-Т-II                               | РЭВ-Т-II  | РЭ-Т-1,6 ЖУЗ                      | РЭВ-Т-1,6 ЖУЗ  | 1,6                                                                       | 6,4                            |
|                                       |           | РЭ-Т-2,5 ЖУЗ                      | РЭВ-Т-2,5 ЖУЗ  | 2,5                                                                       |                                |
|                                       |           | РЭ-Т-4,0 ЖУЗ                      | РЭВ-Т-4,0 ЖУЗ  | 4,0                                                                       |                                |
| РЭ-Т-III                              | РЭВ-Т-III | РЭ-Т-6,3 ЖУЗ                      | РЭВ-Т-6,3 ЖУЗ  | 6,2                                                                       | 1,6                            |
|                                       |           | РЭ-Т-10,0 ЖУЗ                     | РЭВ-Т-10,0 ЖУЗ | 10,0                                                                      |                                |
| РЭ-Т-IV                               | РЭВ-Т-IV  | РЭ-Т-16,0 ЖУЗ                     | РЭВ-Т-16,0 ЖУЗ | 16,0                                                                      | 1,6                            |
|                                       |           | РЭ-Т-25,0 ЖУЗ                     | РЭВ-Т-25,0 ЖУЗ | 25,0                                                                      |                                |
| РЭ-Т-V                                | РЭВ-Т-V   | РЭ-Т-40,0 ЖУЗ                     | РЭВ-Т-40,0 ЖУЗ | 40,0                                                                      | 1,6                            |
|                                       |           | РЭ-Т-63,0 ЖУЗ                     | РЭВ-Т-63,0 ЖУЗ | 63,0                                                                      |                                |

Изготовитель — Главприбор Российской Федерации.



## Основные технические данные

Допускаемая основная погрешность измерения, % верхнего предела измерений:

|                                                                              |                            |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| по шкале местных показаний                                                   |                            |
| для ротаметров с верхним пределом измерения от 0,1 до 0,63 м <sup>3</sup> /ч | ± 1,5                      |
| для ротаметров с верхним пределом измерения от 1,0 до 63 м <sup>3</sup> /ч   | ± 1,0                      |
| по выходному сигналу                                                         |                            |
| для ротаметров с верхним пределом измерения от 0,1 до 0,63 м <sup>3</sup> /ч | ± 2,0                      |
| для ротаметров с верхним пределом измерения от 1,0 до 63 м <sup>3</sup> /ч   | ± 1,5                      |
| Питание ротаметра — от сети переменного тока:                                |                            |
| напряжение, В                                                                | 220 <sup>+22</sup><br>— 33 |
| частота, Гц                                                                  | 50 ± 1                     |
| Пределы изменения выходного сигнала постоянного тока, мА                     | 0...5; 0...20;<br>4...20   |
| Потери давления от установки ротаметра в технологическую линию, кПа          | 10                         |
| Температура измеряемой среды, °С                                             | — 40...100                 |
| Срок службы, лет                                                             | ≥ 6                        |

**Пневматический ротаметр типа РП-М.** Предназначен для измерения объемного расхода плавно меняющихся однородных потоков жидкостей с дисперсными немагнитными включениями частиц, нейтральных к стали 12Х18Н9Т, и преобразования его в унифицированный пневматический сигнал. Эксплуатировать его можно в районах с умеренным климатом и категорией размещения 3 по ГОСТ 15150.

Прибор состоит из ротаметрической части и пневматической головки. Ротаметрическая часть служит для размещения ротаметрической пары (мерительный конус-поплавок), реагирующей на изменение расхода измеряемой жидкости, и присоединения ротаметра к технологической линии. Пневматическая головка обеспечивает местные показания и преобразует измеренное значение расхода в пневматический сигнал. Она жестко крепится к ротаметрической части. Через магнитную муфту, состоящую из магнита, встроенного в поплавок, и двух магнитов, закрепленных на оси пневмоголовки, линейное перемещение поплавка преобразуется во вращательное движение оси и стрелки местных показаний.

В зависимости от измеряемого расхода ротаметры выпускают пяти базовых моделей. Каждая модель имеет унифицированный корпус ротаметрической части. Верхние пределы измерения расхода модели получаются за счет установки соответствующих конусов. Пневматическая головка унифицирована и одинакова для всех ротаметров.

Градировка ротаметров — индивидуальная, производится по воде. Шкала приборов — условная.

При измерении расхода жидкости, имеющей отличные от воды значения вязкости и плотности, необходимо выполнять пересчет расхода согласно методи-



ческим указаниям по пересчету градуировочных характеристик расходомеров постоянного перепада давления МИ 44—75.

Исполнение ротаметров — пылеводозащищенное, присоединение к трубопроводу — фланцевое.

Верхний предел измерения расхода воды и рабочее давление для ротаметра РП-М различных модификаций приведены в таблице 3.17.

**3.17. Верхний предел измерения расхода воды и рабочее давление для ротаметров РП-М различных модификаций**

| Условное обозначение |                | Верхний предел измерения расхода воды, м <sup>3</sup> /ч | Рабочее давление, МПа |
|----------------------|----------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|
| ротаметра            | базовой модели |                                                          |                       |
| РП-М-0,1 ЖУЗ-М       | РП-М-I         | 0,10                                                     | 6,4                   |
| РП-М-0,16 ЖУЗ-М      |                | 0,16                                                     |                       |
| РП-М-0,25 ЖУЗ-М      |                | 0,25                                                     |                       |
| РП-М-0,4 ЖУЗ-М       |                | 0,40                                                     |                       |
| РП-М-0,63 ЖУЗ-М      |                | 0,63                                                     |                       |
| РП-М-1 ЖУЗ-М         | РП-М-II        | 1,00                                                     | 6,4                   |
| РП-М-1,6 ЖУЗ-М       |                | 1,60                                                     |                       |
| РП-М-2,5 ЖУЗ-М       |                | 2,50                                                     |                       |
| РП-М-4,0 ЖУЗ-М       |                | 4,00                                                     |                       |
| РП-М-6,3 ЖУЗ-М       | РП-М-III       | 6,30                                                     |                       |
| РП-М-10 ЖУЗ-М        |                | 10,00                                                    |                       |
| РП-М-16 ЖУЗ-М        | РП-М-IV        | 16,00                                                    | 1,6                   |
| РП-М-25 ЖУЗ-М        | РП-М-V         | 40,00                                                    | 1                     |
| РП-М-40 ЖУЗ-М        | РП-М-V         | 40,00                                                    | 1,6                   |
| РП-М-63 ЖУЗ-М        |                | 63,00                                                    |                       |

#### Основные технические данные

Допускаемая основная погрешность измерения, % верхнего предела измерений:

по шкале местных показаний:

для ротаметров с верхним пределом измерения от 0,1 до 0,63 м<sup>3</sup>/ч ± 1,5

для ротаметров с верхним пределом измерений от 1,0 до 63 м<sup>3</sup>/ч ± 1,0

по выходному пневмосигналу:

для ротаметров с верхним пределом измерения от 0,1 до 0,63 м<sup>3</sup>/ч ± 2,0

для ротаметров с верхним пределом измерения от 1,0 до 63 м<sup>3</sup>/ч ± 1,5

Питание — сжатый воздух под давлением, кПа 140 ± 14

Диапазон выходного пневматического аналогового сигнала, кПа 20...100

Температура измеряемой жидкости, °С — 40...200

Наибольшая длина линии связи между ротаметром и вторичным прибором, м 300

Потеря давления от установки ротаметра в технологическую линию, кПа ≤ 10

Температура окружающей среды, °С — 30...50 (по ГОСТ 13045—81)



**Водосливы.** Предназначены для измерения расхода воды в открытых руслах. Они представляют собой преграду (для движения потока) в виде вертикальной стенки или порога, через которые переливается вода.

В зависимости от толщины и формы стенки различают водосливы с тонкой стенкой ( $\delta < 0,5H$ ), широким порогом и стенкой практического профиля.

В зависимости от формы выреза (отверстия) водосливы подразделяют на прямоугольные, треугольные, трапецеидальные, радиальные, параболические и т. п.

Для измерения расходов воды чаще всего применяют водосливы с тонкой стенкой.

Прямоугольный водослив может быть неподтопленным (рис. 3.11, а) и подтопленным (рис. 3.11, б). Водослив становится подтопленным, если уровень воды нижнего бьефа располагается выше его гребня.

Мерой расхода воды через водослив служит напор воды.

Расход жидкости через неподтопленный водослив

$$Q = m_0 b \sqrt{2gH^{3/2}},$$

где  $m_0$  — коэффициент скорости расхода, определяется по эмпирическим формулам с учетом скорости подхода  $v_0$  воды к водосливу;  $b$  — ширина водослива, или ширина водосливного отверстия;  $H$  — геометрический напор над гребнем водослива, измеряемый на расстоянии  $(3...4)H$  от водослива.

Прямоугольный водослив с тонкой стенкой применяют для измерений расхода воды в малых водотоках, мелиоративных каналах, при лабораторных исследованиях.

Расход воды через треугольный водослив (рис. 3.12)

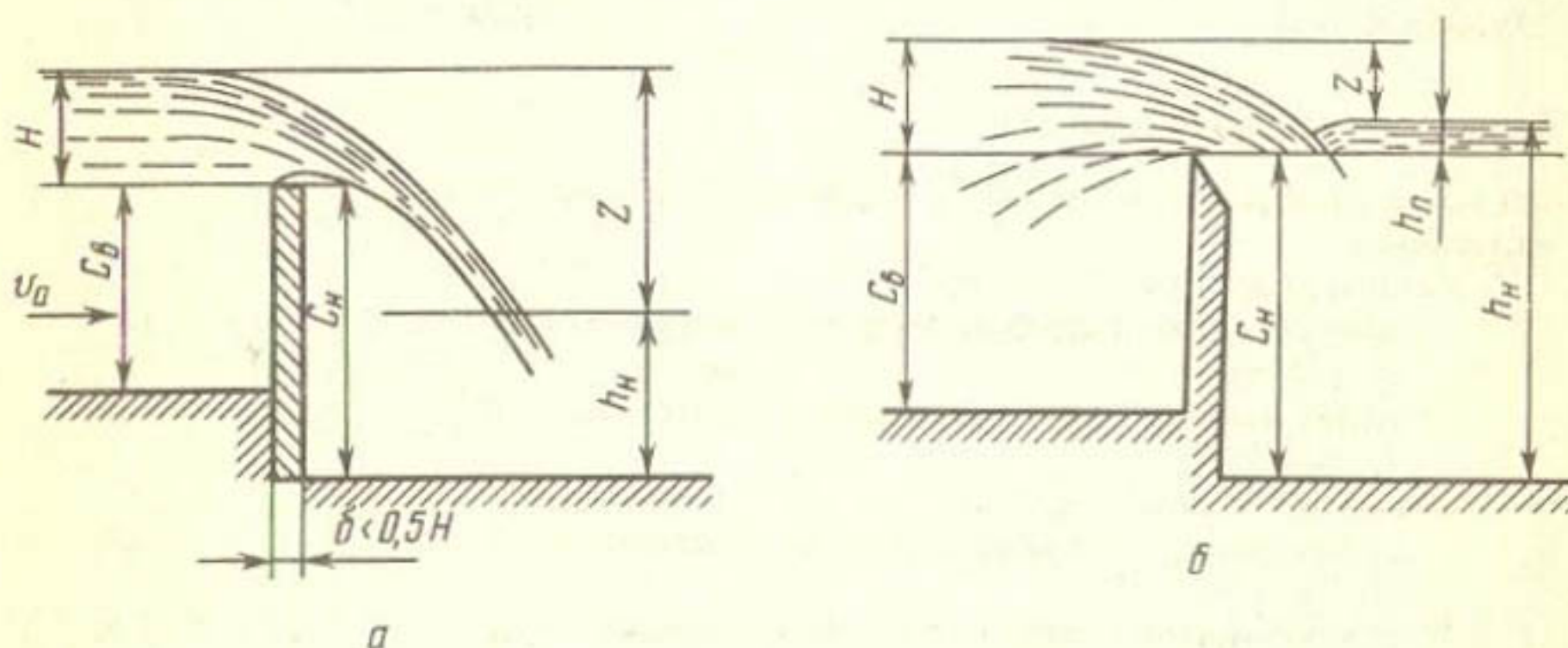


Рис. 3.11. Прямоугольный водослив

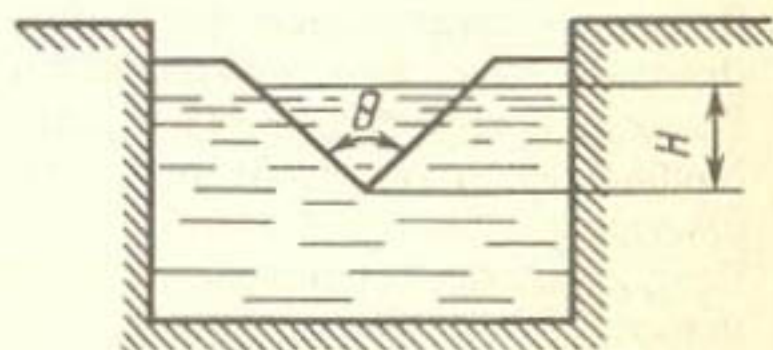


Рис. 3.12. Треугольный водослив



$$Q = m \sqrt{2gH^{5/2}},$$

где  $m$  — коэффициент расхода, зависящий от угла при вершине.

Треугольный водослив с тонкой стенкой позволяет достаточно точно измерять небольшие расходы (до 20 л/с). Он находит применение в гидравлических и гидротехнических лабораториях.

Трапецеидальный водослив (рис. 3.13, 3.14) используют в тех случаях, когда требуется измерять расходы воды больше тех, которые могут пропускать треугольные водосливы, и когда условия не позволяют установить прямоугольный водослив, обычно на ирригационных каналах.

Расход через трапецеидальный водослив

$$Q = mb \sqrt{2gH^{3/2}},$$

где  $m$  — коэффициент расхода, зависящий от угла  $\theta$ .

Параболический водослив (рис. 3.15) можно применять при измерении различных расходов воды в узких лотках. Он представляет собой вырез в тонкой стенке по параболической кривой

$$x^2 = 2py,$$

где  $p$  — параметр параболы.

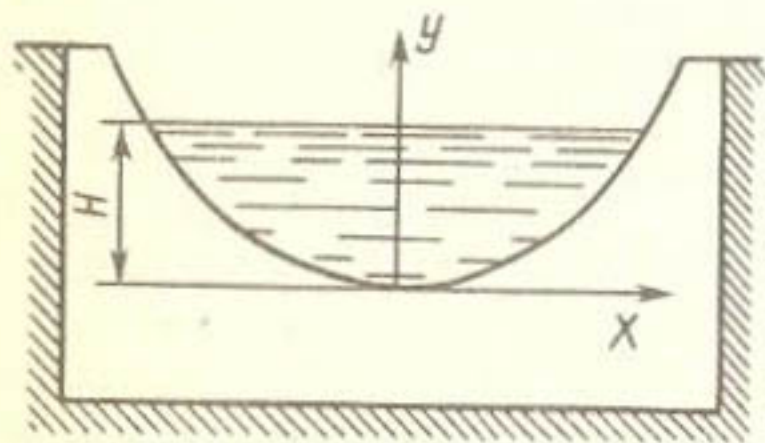
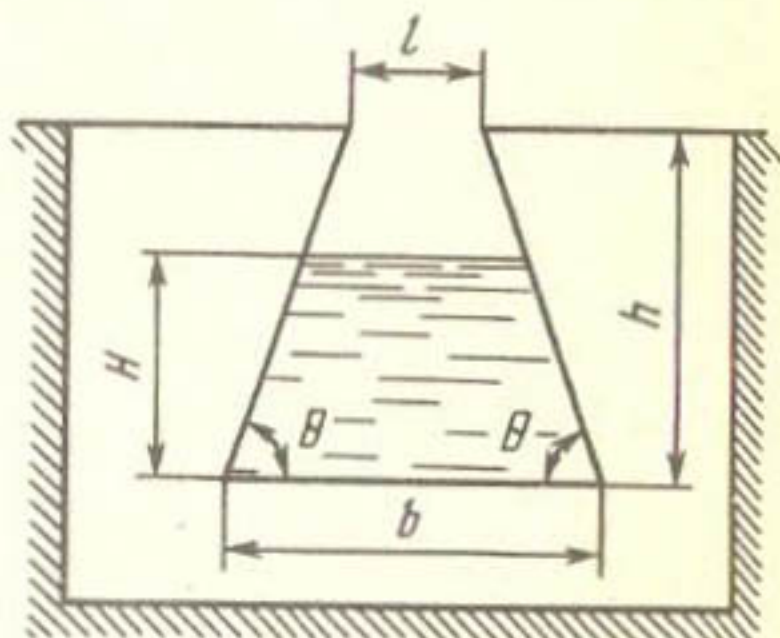
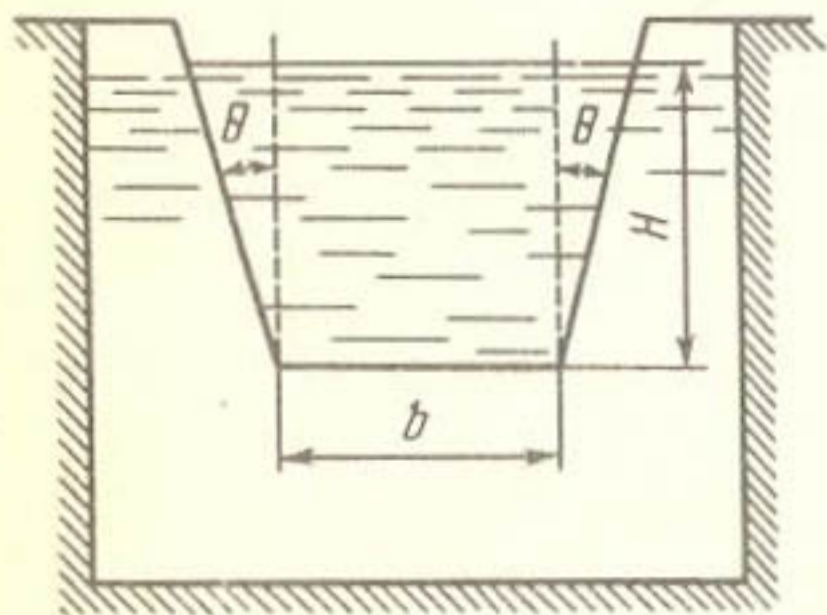


Рис. 3.13. Трапецеидальный водослив

Рис. 3.14. Трапецеидальный водослив САНИИРИ

Рис. 3.15. Параболический водослив



$$Q = m \sqrt{2g} \sqrt{pH^2},$$

где  $m$  — коэффициент расхода.

**Лотки Вентури.** Представляют собой сооружение из металла или бетона, устанавливаемое в каналах прямоугольного сечения и вызывающее сужение потока и соответственно перепад уровней жидкости, по которому и определяется ее расход. Они состоят из входной части, конфузора (сужения), горловины и диффузора (расширение).

Для нормальных лотков Вентури приняты следующие отношения между основными размерами:  $L = (3...4)H_{\max}$ ;  $h \geq 1,5H_{\max}$ ;  $R = 2(B - b)$ ;  $D = 3(B - b)$ ;  $l = 1,32(B - b)$ .

Измерять расход жидкости с помощью лотка Вентури следует при условии, если лоток работает со свободным истечением, то есть если он не затоплен.

Рабочая формула для определения расхода через лоток Вентури:

$$Q = 1,70 C_e C_v b H^{3/2},$$

где  $C_e$  — коэффициент истечения, зависящий от напора  $H$  и размеров горловины;  $C_v$  — коэффициент, учитывающий влияние скорости течения жидкости в подводящем канале и зависящий от соотношения  $b/B$ .

В правилах РДП 99–77 приведены таблицы для определения  $C_e$  и  $C_v$ .

Диапазон расходов воды, измеряемых лотками Вентури, при ширине горловины  $b = 0,25$  м составляет 4...300 л/с, при  $b = 3,6 - 0,08...15$  м<sup>3</sup>/с.

Для измерения расхода воды в ирригационных каналах и естественных потоках применяют расходомерные пороги САНИИРИ и лотки Паршала.

### 3.2. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

От температуры воды зависят биологические и химические процессы, протекающие в ней, и ее качество. При отрицательных температурах воды наступают различные фазы ледовых явлений в водоемах.

Место для измерения температуры воды назначают в створе водомерного поста или близко от него в прибрежной части реки (канала), где есть течение. Глубина воды должна быть не менее 0,3 м. К выбранному месту не должны притекать сбросы промышленных вод и родниковые воды, чтобы не искажать собственные данной реке температуры. Наблюдения за температурным режимом водного объекта осуществляют с помощью ртутных и электрических термометров.

**Дистанционный электротермометр.** Применяют для измерения температуры воды при больших глубинах (до 50 м). В его комплект входят: датчик температуры, выполненный из медной фольги; измерительный блок; лебедка. Датчик температуры является одним из плеч моста Уитстона. Точность измерения температуры дистанционным электротермометром  $\pm 0,1$  °С. Соответствие между показанием прибора и температурой воды наступает за 4...6 с (инерционность датчика).



Измерив температуру в разных точках водного сечения, строят линии равных температур воды, называемые термоизоплетами.

Лабораторные стеклянные ртутные термометры с взаимозаменяемыми конусами КМ. Применяют для измерения температуры воды в лабораторных условиях в пределах от  $-30$  до  $360^{\circ}\text{C}$ . Принцип его действия заключается в изменении видимого объема термометрической жидкости в зависимости от температуры.

Термометры поверяют по ГОСТ 8.279.

Основные технические данные термометров приведены в таблице 3.18.

3.18. Основные технические данные лабораторных стеклянных ртутных термометров с взаимозаменяемыми конусами КМ

| Номер термометра | Пределы шкалы, $^{\circ}\text{C}$ | Цена деления, шкалы, $^{\circ}\text{C}$ | Допускаемая основная абсолютная погрешность в зависимости от диапазона измеряемых температур, $^{\circ}\text{C}$ | Длина нижней части, мм (предельное отклонение $\pm 5$ ) |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1                | $-50...30$                        | 0,1                                     | От $-35$ до $0$<br>$\pm 0,3$                                                                                     | 50; 60; 80;<br>100; 125;                                |
| 2                | $30...65$                         |                                         | От $0$ до $100$<br>$\pm 0,2$                                                                                     | 160; 250; 300                                           |
| 3                | $65...100$                        |                                         | От $-30$ до $0$<br>$\pm 0,3$                                                                                     |                                                         |
| 4                | $-30...40$                        |                                         | От $0$ до $40$<br>$\pm 0,2$                                                                                      |                                                         |
| 5                | $40...110$                        | 0,2                                     | От $40$ до $100$<br>$\pm 0,2$                                                                                    |                                                         |
|                  |                                   |                                         | От $100$ до $110$<br>$\pm 0,4$                                                                                   |                                                         |
| 6                | $110...180$                       |                                         | От $180$ до $200$<br>$\pm 0,4$                                                                                   |                                                         |
| 7                | $180...250$                       |                                         | От $200$ до $250$<br>$\pm 1,0$                                                                                   |                                                         |
| 9                | $0...100$                         | 0,5                                     | $\pm 1,0$                                                                                                        |                                                         |
| 10               | $0...150$                         | 0,5                                     | $\pm 1,0$                                                                                                        |                                                         |
| 11               | $100...200$                       | 0,5                                     | От $100$ до $200$<br>$\pm 1,0$                                                                                   |                                                         |
|                  |                                   |                                         | От $100$ до $200$<br>$\pm 1,0$                                                                                   |                                                         |
| 12               | $100...250$                       | 0,5                                     | От $200$ до $250$<br>$\pm 2,0$                                                                                   |                                                         |
| 13               | $200...300$                       |                                         | От $100$ до $200$<br>$\pm 1,0$                                                                                   |                                                         |
|                  |                                   |                                         | От $200$ до $300$<br>$\pm 2,0$                                                                                   |                                                         |
| 16               | $0...200$                         | 1,0                                     | От $0$ до $100$<br>$\pm 1,0$                                                                                     |                                                         |



| Номер<br>термо-<br>метра | Пределы шкалы, °С | Цена<br>деления,<br>шкалы,<br>°С | Допускаемая основ-<br>ная абсолютная по-<br>грешность в зави-<br>симости от диапа-<br>зона измеряемых<br>температур, °С | Длина нижней час-<br>ти, мм (предель-<br>ное отклонение<br>± 5) |
|--------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 17                       | 0...250           | 1,0                              | От 100 до 200<br>± 2,0<br>От 0 до 100<br>± 1,0<br>От 200 до 250<br>± 3,0                                                |                                                                 |
| 18                       | 0...360           |                                  | От 0 до 100<br>± 1,0<br>От 300 до 360<br>± 4,0                                                                          |                                                                 |

Лабораторные стеклянные ртутные термометры ТЛ-4. Предназначены для измерения температуры воды в пределах от  $-30$  до  $360$  °С. В основу их действия положено тепловое изменение объема термометрической жидкости (ртути) в зависимости от изменения температуры измеряемой среды.

Термометры состоят из резервуара, капилляра, защитной стеклянной оболочки, шкалы, нанесенной на пластину из молочного стекла. Длина их составляет 530 мм (предельное отклонение — 30 мм).

Основные технические данные термометров приведены в таблице 3.19.

Допускаемая основная абсолютная погрешность измерения термометрами в зависимости от диапазонов измеряемых температур, °С:  $\pm 0,3$  — от  $-30$  до  $-1$ ;  $\pm 0,2$  — свыше  $-1$  до 100;  $\pm 0,4$  — свыше 100 до 200;  $\pm 0,8$  — свыше 200 до 300;  $\pm 1,0$  — свыше 300 до 360.

3.19. Основные технические данные термометров ТЛ-4

| Номер<br>термометра | Пределы<br>измерения, °С | Цена деления<br>шкалы, °С |
|---------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1                   | $-30...20$               | 0,1                       |
| 2                   | $0...55$                 |                           |
| 3                   | $50...105$               |                           |
| 4                   | $100...155$              |                           |
| 5                   | $150...205$              |                           |
| 6                   | $200...255$              | 0,2                       |
| 7                   | $250...305$              |                           |
| 8                   | $190...260$              |                           |
| 9                   | $240...310$              |                           |
| 10                  | $290...360$              |                           |

Термометры поверяют по ГОСТ 8.279.



**Лабораторные стеклянные ртутные термометры ТЛ-5.** Предназначены для измерения температуры воды в пределах от  $-30$  до  $300^{\circ}\text{C}$ . В основу их действия положено тепловое изменение объема термометрической жидкости (ртути) в зависимости от изменения температуры измеряемой среды.

Термометры состоят из резервуара, капилляра, защитной стеклянной оболочки и шкалы, нанесенной на пластину из молочного стекла. Выпускают комплекты из четырех термометров, упакованных в деревянные футляры с мягкой прокладкой.

Термометры поверяют по ГОСТ 8.279-78.

#### Основные технические данные

Пределы измерения температуры термометром,  $^{\circ}\text{C}$ :

|     |             |
|-----|-------------|
| № 1 | $-30...70$  |
| № 2 | $0...105$   |
| № 3 | $100...205$ |
| № 4 | $200...300$ |

Допускаемая основная абсолютная погрешность измерения в зависимости от диапазона измеряемых температур,  $^{\circ}\text{C}$ :

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| от $-30$ до $200$    | $\pm 0,5$ |
| свыше $200$ до $300$ | $\pm 1,0$ |

Цена деления шкалы,  $^{\circ}\text{C}$   $0,5$

Номинальная длина термометра, мм  $320$

Предельное отклонение длины термометра, мм  $-20$

**Лабораторные стеклянные ртутные термометры ТЛ-6.** Предназначены для измерения температуры воды в пределах от  $-30$  до  $360^{\circ}\text{C}$ . В основу их действия положено тепловое изменение объема термометрической жидкости (ртути) в зависимости от изменения температуры измеряемой среды.

Термометры состоят из резервуара, капилляра, защитной стеклянной оболочки и шкалы, нанесенной на пластину из молочного стекла. Выпускают комплекты из восьми термометров, упакованных в деревянные футляры с мягкой прокладкой.

Термометры поверяют по ГОСТ 8.279.

#### Основные технические данные

Пределы измерения температуры термометром,  $^{\circ}\text{C}$ :

|     |             |
|-----|-------------|
| № 1 | $-30...25$  |
| № 2 | $0...55$    |
| № 3 | $50...105$  |
| № 4 | $100...155$ |
| № 5 | $150...205$ |
| № 6 | $200...255$ |
| № 7 | $250...305$ |
| № 8 | $300...360$ |

Допускаемая основная абсолютная погрешность измерения в зависимости от диапазона измеряемых температур,  $^{\circ}\text{C}$ :



|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| от -30 до 200                              | $\pm 1,0$ |
| свыше 200 до 300                           | $\pm 1,5$ |
| свыше 300 до 360                           | $\pm 3,0$ |
| Цена деления шкалы, °C                     | 0,5       |
| Номинальная длина термометра, мм           | 160       |
| Предельное отклонение длины термометра, мм | -10       |

**Стеклянные ртутные термометры для точных измерений.** Предназначены для точных измерений температуры воды в пределах от 0 до 155 °C. В основу их действия положено тепловое изменение объема термометрической жидкости (ртути), заполняющей резервуар и капилляр, в зависимости от измеряемой температуры.

Термометр представляет собой массивную капиллярную трубку с резервуаром, заполненную ртутью. На капиллярную трубку нанесена термометрическая шкала для отсчета измеряемой температуры.

Пределы измерения температуры воды, цена деления шкалы и габаритные размеры термометров приведены в таблице 3.20.

**3.20. Пределы измерения температуры, цена деления шкалы, габаритные размеры стеклянных ртутных термометров для точных измерений**

| Группа термометра | Номер термометра | Пределы измерений, °C | Цена деления шкалы, °C | Длина термометра, мм | Диаметр термометра, мм |
|-------------------|------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| I                 | 1                | 0...4                 | 0,01                   | 500 ± 20             | 11                     |
|                   | 2                | 4...8                 |                        |                      |                        |
|                   | 3                | 8...12                |                        |                      |                        |
|                   | 4                | 12...16               |                        |                      |                        |
|                   | 5                | 16...20               |                        |                      |                        |
|                   | 6                | 20...24               |                        |                      |                        |
|                   | 7                | 24...28               |                        |                      |                        |
|                   | 8                | 28...32               |                        |                      |                        |

*Продолжение*

| Группа термометра | Номер термометра | Пределы измерений, °C | Цена деления шкалы, °C | Длина термометра, мм | Диаметр термометра, мм |
|-------------------|------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|                   | 9                | 32...36               |                        |                      |                        |
|                   | 10               | 36...40               |                        |                      |                        |
|                   | 11               | 40...44               |                        |                      |                        |
|                   | 12               | 44...48               |                        |                      |                        |
|                   | 13               | 48...52               |                        |                      |                        |



| Группа<br>термо-<br>метра | Номер<br>термо-<br>метра | Пределы<br>измерений, °С | Цена де-<br>ления<br>шкалы, °С | Длина<br>термо-<br>метра, мм | Диаметр<br>термомет-<br>ра, мм |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| II                        | 14                       | 52...56                  | 0,02                           | 540 ± 20                     | 11                             |
|                           | 15                       | 56...60                  |                                |                              |                                |
|                           | 1                        | 55...65                  |                                |                              |                                |
|                           | 2                        | 65...75                  |                                |                              |                                |
|                           | 3                        | 75...85                  |                                |                              |                                |
|                           | 4                        | 85...95                  |                                |                              |                                |
|                           | 5                        | 95...105                 |                                |                              |                                |
|                           | 6                        | 105...115                |                                |                              |                                |
|                           | 7                        | 115...125                |                                |                              |                                |
|                           | 8                        | 125...135                |                                |                              |                                |
|                           | 9                        | 135...145                |                                |                              |                                |
|                           | 10                       | 145...155                |                                |                              |                                |

Допускаемая погрешность измерения, приведенная к нормальному атмосферному давлению (101, 08 кПа), указана в таблице 3.21.

### 3.21. Допускаемая погрешность измерения стеклянными ртутными термометрами для точных измерений, °С

| Группа термометров | Для поверяемых отметок | На нулевой от-<br>метке |
|--------------------|------------------------|-------------------------|
| I                  | ± 0,05                 | ± 0,03                  |
| II                 | ± 0,10                 | ± 0,06                  |

**Электрические транзисторные термометры ТЭТ-2-М1.** Предназначены для измерения температуры почвы в пахотном слое глубиной от 3 до 50 см, воздуха в складских помещениях, теплицах, на фермах, жидких, сыпучих и других сред, в том числе малоагрессивных (рН от 4 до 8). Принцип их действия заключается в измерении напряжения перехода "эмиттер — база транзистора", которое уменьшается с увеличением температуры и увеличивается с ее уменьшением. Приборы состоят из комплекта датчиков и измерительного устройства.

Электрическая схема термометра представляет собой неравновесный мост с включенным в одно из плеч переходом "эмиттер — база транзистора". Транзистор используют в качестве датчика температуры.

Измерительное устройство выполнено в металлическом корпусе со съемными ремнями для переноски.

Термометры поставляют в одном из шести исполнений:

№ 1 — измерительное устройство; почвенный датчик; 2 кислотоупорных датчика; сухой элемент; ремень; паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации;



№ 2 — измерительное устройство; почвенный датчик; 2 радиационно-защитных датчика; 3 герметичных датчика; 4 шурупа; сухие элементы; 2 ремня; паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации;

№ 3 — измерительное устройство; коммутационная коробка; 10 датчиков-щупов; 11 соединительных кабелей; сухой элемент; 2 ремня; паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации;

№ 4 — измерительное устройство; 16 кислотоупорных датчиков; 38 соединительных кабелей; сухой элемент; 2 ремня; паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации;

№ 5 — измерительное устройство; коммутационная коробка; 10 кислотоупорных датчиков; соединительный кабель; 2 ремня; сухой элемент; паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации;

№ 6 — измерительное устройство; 10 коммутационных коробок; 100 кислотоупорных датчиков; соединительный кабель; сухой элемент; паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации.

#### Основные технические данные

Диапазоны измерения температуры, %:

|        |                             |
|--------|-----------------------------|
| точные | — 10...10; 10...30; 30...50 |
| грубые | — 40...80                   |

Основная погрешность измерения для диапазонов, °С:

|        |       |
|--------|-------|
| точных | ± 0,2 |
| грубых | ± 0,2 |

Цена деления шкалы на диапазонах, °С:

|        |     |
|--------|-----|
| точных | 0,2 |
| грубых | 2,0 |

Дополнительная погрешность измерения, вызванная изменением температуры окружающей среды на  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ , °С

0,2 на каждые  $10^\circ\text{C}$  изменения температуры

Условия эксплуатации:

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| температура, °С                                                        | — 30...40 |
| относительная влажность воздуха при температуре $25^\circ\text{C}$ , % | ≤ 95      |

**Термоэлектрические цифровые термометры ТТЦ-1.** Предназначены для измерения температуры жидких, газообразных и сыпучих тел. Их выпускают в трех исполнениях в зависимости от диапазона измерения температуры: ТТЦ-1; ТТЦ-01; ТТЦ-1-02.

Термометр ТТЦ-1 является одноканальным прибором, измеряющим температуру контактным методом в диапазоне от 0 до  $600^\circ\text{C}$ . ТЭДС термоэлектрического преобразователя, входящего в комплект прибора, суммируется с напряжением компенсации влияния изменения температуры холодных концов и подается на вход блока усиления. Усиленное напряжение поступает на вход преобразователя напряжения — код, где преобразуется в число импульсов, пропорциональное входному напряжению в единицах температуры. Затем с помощью блока линеаризации происходит цифровая обработка числа импульсов (линеаризация номиналь-



ной статической характеристики преобразования термоэлектрического преобразователя). С выходом блока линеаризации сигнал подается на светодиодный цифровой индикатор.

Конструктивно термометр ТТЦ-1 состоит из трех основных частей: температурного зонда (щупа) с четырьмя сменными термопреобразователями, цифрового измерительного прибора и зарядного устройства.

Температурный зонд представляет собой цилиндрическую ручку, изготовленную из пластмассы, с разъемом для подсоединения первичных преобразователей. Он неразъемно соединен с цифровым прибором многожильным гибким кабелем.

Корпус цифрового измерительного прибора изготовлен из пластмассы. На его верхней крышке размещены индикаторное табло и кнопка включения. В нижней части корпуса находятся аккумуляторный отсек и разъем для подсоединения зарядного устройства.

В комплект поставки входят: 2 термоэлектрических термопреобразователя; зарядное устройство; 8 аккумуляторов; техническое описание и инструкция по эксплуатации; паспорт.

#### Основные технические данные

Диапазон измеряемых температур, °C:

|          |         |
|----------|---------|
| ТТЦ-1    | 0...100 |
| ТТЦ-1-01 | 0...200 |
| ТТЦ-1-02 | 0...600 |

Допускаемая основная приведенная погрешность измерения температуры, %:

|          |       |
|----------|-------|
| ТТЦ-1    | ± 0,6 |
| ТТЦ-1-01 | ± 0,5 |
| ТТЦ-1-02 | ± 0,5 |

Допускаемая основная абсолютная погрешность термоэлектрических преобразователей, °C:

|            |       |
|------------|-------|
| ТХК-303    | ± 4   |
| ТХК-803-01 | ± 4   |
| ТХК-803-02 | ± 2,5 |
| ТХК-803-03 | ± 2,5 |

Питание — от встроенных аккумуляторов с возможностью подзарядки зарядным устройством от сети:

|               |                            |
|---------------|----------------------------|
| напряжение, В | 220 <sup>+22</sup><br>— 33 |
| частота, Гц   | 50 ± 1                     |

Потребляемая мощность, В

2

Габаритные размеры, мм

180 × 100 × 45

Масса, кг

1

**Термометр "Электроника-ИТ".** Предназначен для измерения температуры воздуха, почвы и жидкости. Он состоит из электронного блока в полистироловом корпусе и первичного преобразователя. В качестве чувствительного элемента применен медный элемент сопротивления, размещенный в наконечнике первич-







Изменение температуры измеряемой среды воспринимается заполнителем термосистемы через термобаллон и преобразуется в изменение давления, под действием которого манометрическая пружина через трибно-секторный механизм перемещает показывающую стрелку относительно шкалы. Одновременно со стрелкой поворачивается ведущий поводок, перемещающий шторку в зазорах датчиков.

Датчиками электрического сигнала служат обмотки генераторов высокой частоты, один из которых выдает сигнал минимального, другой — максимального значения измеряемого давления.

При выходе шторки в зазор одного из датчиков происходит срыв генерации, и на выходе сигнализирующего устройства появляется сигнал (минимум или максимум). Сигнализирующее устройство представляет собой электросигнальный блок БСУ-1И, заключенный во взрывонепроницаемое отделение корпуса.

Через нажимной фланец вводят семижильный кабель для питания электрической схемы прибора и сигнализирующих выводов.

В комплект поставки входят: термометр; штуцер или защитная гильза для ТГП-16 СгВЗТ4, ТКП-16 СгВЗТ4; защитная гильза для ТГП-16 СгКсВЗТ4, ТКП-16 СгКсВЗТ4 (1 комплект по спецификации заказа); предохранитель; два кронштейна; нажимной фланец; техническое описание и инструкция по эксплуатации термометров; техническое описание и инструкция по эксплуатации на электросигнальный взрывозащищенный блок; паспорт на термометры; паспорт на прибор БСУ-1И.

#### Основные технические данные

Пределы измерений термометров, °С:

|                 |            |
|-----------------|------------|
| ТГП-16 СгВЗТ4   | — 50...600 |
| ТКП-16 СгВЗТ4   | — 25...300 |
| ТГП-16 СгКсВЗТ4 | — 50...250 |
| ТКП-16 СгКсВЗТ4 | 0...120    |

Класс точности

1,5

Допускаемая основная погрешность срабатывания сигнализирующего устройства, % диапазона измерений

2,5

Питание сигнализирующего устройства — от сети переменного тока:

напряжение, В

$220^{+22}_{-33}$

частота, Гц

$50 \pm 1$

Разрывная мощность контактов реле сигнализирующего устройства, В · А

40

Средний срок службы термометров, лет:

ТГП-16 СгВЗТ4, ТКП-16 СгВЗТ4

≤ 8

ТКП-16 СгКсВЗТ4, ТГП-16 СгКсВЗТ4

≤ 6

Вероятность безотказной работы термометров за время 2000 ч:

ТГП-16 СгВЗТ4, ТКП-16 СгВЗТ4

0,98 по каждой функции

ТГП-16 СгКсВЗТ4, ТКП-16 СгКсВЗТ4

0,96 по каждой функции

Габаритные размеры корпуса, мм

160 × 160 × 19

Масса термометра, кг

≤ 10



Допустимая температура окружающего воздуха для термометров, °С

ТГП-16 СгВЗТ4, ТГП-16 СгКсВЗТ4

–10...50

ТКП-16 СгВЗТ4, ТКП-16 СгКсВЗТ4

–50...50

Относительная влажность окружающего воздуха при температуре 35 °С, %

≤ 98

Термометры ТГП-16 СгКсВЗТ4, ТКП-16 СгКсВЗТ4 коррозионно-стойки в окружающей среде с содержанием сероводорода, мг/м<sup>3</sup>

≤ 10

Термобаллон в защитной гильзе коррозионно-стойк в окружающей среде с содержанием сероводорода, % объемных долей

для ТГП-16 СгКсВЗТ4

≤ 6

для ТКП-16 СгКсВЗТ4

≤ 25

Показывающие сигнализирующие термометры ТГП-100Эк, ТКП-100Эк, ТГП-100Сг, ТКП-100Сг. Предназначены для измерения температуры жидких и газообразных сред и управления внешними электрическими цепями от сигнализирующего устройства. В основу их действия положена зависимость давления заполнителя термосистемы от температур. Изменение температуры измеряемой среды воспринимается заполнителем термосистемы через термобаллон и вызывает изменение его давления, под действием которого манометрическая пружина деформируется. Через тягу трибно-секторный механизм перемещает показывающую стрелку относительно шкалы. Вместе с показывающей стрелкой передвигается ведущий поводок, жестко насаженный на ось стрелки и осуществляющий кинематическую связь измерительного устройства с сигнализирующим.

Сигнализирующее устройство термометров ТГП-100Эк и ТКП-100Эк – прямого действия, электроконтактное, а термометров ТГП-100Сг и ТКП-100Сг – непрямого действия, бесконтактное, основанное на принципе срыва генерации.

Питание сигнализирующего устройства термометров ТГП-100Сг и ТКП-100Сг – от сети переменного тока напряжением  $220 \text{ В}_{-33}^{+22}$ , частотой  $50 \text{ Гц} \pm 1$ . Напряжение внешних коммутируемых цепей переменного или постоянного тока – 220 В.

Основные технические данные термометров приведены в таблице 3.22.

Изготовитель – Главприбор Российской Федерации.

3.22. Основные технические данные термометров ТГП-100Эк, ТКП-100Эк, ТГП-100Сг и ТКП-100Сг

| Тип термометра | Диапазон измерений, °С | Класс точности | Длина соединительного капилляра, м | Длина погружения термобаллона, мм |
|----------------|------------------------|----------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| ТГП-100Эк      | –50...600              | 1              | ≤ 40                               | ≤ 160                             |
| ТКП-100Эк      | –50...600              | 1,5            | ≤ 40                               | ≤ 630                             |
| ТГП-100Сг      | –25...300              | 1,5            | ≤ 25                               | 125...400                         |
| ТКП-100Сг      | –25...300              | 1,5            | ≤ 25                               | 125...400                         |



| Тип термометра | Допускаемая основная погрешность, % диапазона измерения |                                          | Разрывная мощность контактов сигнализирующего устройства | Масса, кг |
|----------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------|
|                | измерения                                               | срабатывания сигнализирующего устройства |                                                          |           |
| ТГП-100Эк      | $\pm 1$                                                 | $\pm 1,5$                                | 30                                                       | 4,3       |
| ТКП-100Эк      | $\pm 1,5$                                               | $\pm 2,5$                                | 30                                                       | 4,3       |
| ТГП-100Сг      | $\pm 1,5$                                               | $\pm 2,5$                                | 50                                                       | 4,8       |
| ТКП-100Сг      | $\pm 1,5$                                               | $\pm 2,5$                                | 50                                                       | 4,8       |

**Манометрические показывающие местные термометры ТГП-100М, ТКП-100М.** Предназначены для местного измерения температуры газов, паров и жидкостей. В основу их действия положена зависимость давления заполнителя термосистемы от температуры измеряемой среды. Изменение температуры измеряемой среды воспринимается заполнителем термосистемы через термобаллон и преобразуется в изменение давления. Это давление передается на манометрическую пружину, вызывая перемещение ее незакрепленного конца, а перемещение конца пружины манометрической через трибно-секторный механизм, в свою очередь, передается на стрелку, которая по шкале циферблата показывает температуру измеряемой среды.

Термометры имеют прямой отсчет.

В комплект поставки входят: термометр; штуцер или защитная гильза; паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации.

Поверку термометров выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 8.305.

#### Основные технические данные

|                                                |                      |
|------------------------------------------------|----------------------|
| Предел измерений, °С                           | —200...600           |
| Класс точности                                 | 1 и 1,5              |
| Допускаемая основная погрешность показаний, %  | $\pm 1$ и $\pm 1,5$  |
| Средний срок службы, лет                       | 10                   |
| Допустимая температура окружающего воздуха, °С |                      |
| для ТГП-100М                                   | —10...50             |
| для ТКП-100М                                   | —50...50             |
| Относительная влажность окружающего воздуха, % | 80                   |
| Габаритные размеры корпуса, мм                 | $\phi 100 \times 48$ |
| Масса термометра, кг                           | 1,0                  |

Изготовитель — Главприбор Российской Федерации.

**Манометрические самопишущие газовые и жидкостные термометры.** Предназначены для непрерывного дистанционного измерения температуры жидких и газообразных сред в стационарных установках и записи ее во времени на диско-



вой диаграмме. В основу их действия положено свойство газов изменять свое давление и свойство жидкостей изменять свой объем при изменении температуры. Изменение температуры контролируемой среды воспринимается заполнителем термосистемы через термобаллон и преобразуется в изменение давления (объема). Это изменение по дистанционному капилляру передается на манометрическую пружину и вызывает перемещение ее свободного конца, которое через передаточный механизм преобразуется в перемещение пера на диаграммном диске.

В комплект поставки входят: термометр; штуцер (для однозаписных — 1 комплект, для двухзаписных — 2 комплекта); флакон чернил (фиолетовых, красных — для двухзаписных); четыре кронштейна; пенал с иглами; диаграммный диск (в соответствии с заказом-нарядом); ключ для завода часового механизма (для термометров с часовым приводом); паспорт; техническое описание и инструкция по эксплуатации.

Марка термометров, вид привода диаграммы, число одновременно записываемых температур приведены в таблице 3.23.

### Основные технические данные

Диапазон измерения термометров, °С:

типа ТГС, ТГ2С

— 200...600

типа ТЖС, ТЖ2С

— 150...300

Допускаемая основная погрешность записи, %

± 1; ± 1,5

Заполнитель термосистемы:

ТГС, ТГ2С

Газ

ТЖС, ТЖ2С

Жидкость

Температура окружающего воздуха, °С

— 10...50

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги, %

≤ 80

Максимальная длина соединительного капилляра, м:

ТГС, ТГ2С

≤ 40

ТЖС, ТЖ2С

< 10

Время непрерывной записи, сут

90

Привод диаграммного диска:

синхронный микродвигатель (для модели 711)

напряжение, В

220<sup>+22</sup>  
— 33

частота, Гц

50 ± 1

Продолжительность хода часового механизма (для модели 712), сут

8

Время одного оборота диаграммного диска, ч

12; 24

Потребляемая мощность, В · А

4

Срок службы, лет

10

Габаритные размеры, мм

340 × 280 × 125

Площадь, занимаемая в щите, дм<sup>2</sup>

9,52

Масса, кг:

ТЖС

11

ТГС

15

ТЖ2С

13

ТГ2С

17



### 3.23. Вид привода диаграммы и число одновременно записываемых температур для манометрических самопишущих газовых и жидкостных термометров

| Марка термометра | Вид привода диаграммы | Число одновременно записываемых температур |
|------------------|-----------------------|--------------------------------------------|
| ТГС-711          | Электрический         | 1                                          |
| ТГС-712          | Часовой               | 1                                          |
| ТЖС-711          | Электрический         | 1                                          |
| ТЖС-712          | Часовой               | 1                                          |
| ТГ2С-711         | Электрический         | 2                                          |
| ТГ2С-712         | Часовой               | 2                                          |
| ТЖ2С-711         | Электрический         | 2                                          |
| ТЖ2С-712         | Часовой               | 2                                          |

Термопреобразователи сопротивления ТСП-0879, ТСМ-0879. Предназначены для измерения температуры твердых тел, жидких и газообразных сред. В основу их действия положено свойство платины или меди изменять электрическое сопротивление пропорционально изменению температуры. Чувствительный элемент платиновых термопреобразователей представляет собой спираль, намотанную из платиновой проволоки диаметром 0,05 мм и помещенную в каналы керамического каркаса. Концы спирали припаяны серебром к выводам из сплава иридий-родий. Чувствительный элемент медных термопреобразователей выполнен из медной проволоки диаметром 0,05 мм.

Термопреобразователи сопротивления ТСП-0879, ТСМ-0879 выпускают в двух модификациях. Их чувствительный элемент при помощи электрических выводов подключают к контактам, находящимся в корпусе головки термопреобразователя. Головка имеет сальниковый ввод под кабель диаметром до 16 мм.

В приборах чувствительный элемент соединен с кабелем. Чувствительные элементы термопреобразователей помещены в защитную арматуру, засыпаны керамическим порошком и герметизированы.

#### Основные технические данные

Диапазон измеряемых температур, °С:

|             |            |
|-------------|------------|
| ТСП-0879    | -260...600 |
| ТСМ-0879    | -50...200  |
| ТСП-0879-01 | -50...250  |
| ТСМ-0879-01 | -50...200  |

Номинальная статическая характеристика преобразования (градуировочная характеристика):

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| ТСП-0879, ТСП-0879-01  | 100П, 50П |
| ТСМ-0879, ТСММ-0879-01 | 100М, 50М |

Допускаемая основная погрешность термопреобразователей (°С) при номинальной статической характеристике преобразования:

|           |     |
|-----------|-----|
| 100П, 50П | ≤ 3 |
| 100М, 50М | ≤ 2 |

Показатель тепловой инерции, с:

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| для ТСП-0879, ТСМ-0879       | 20...40 |
| для ТСП-0879-01, ТСМ-0879-01 | 9...40  |

Масса, кг 0,25...0,88



**Термопреобразователи ТСПУ-0183, ТСМУ-0283, ТХАУ-0383, ТППУ-0483.** Предназначены для преобразования температуры жидких, газообразных и сыпучих веществ контактным способом в унифицированный выходной сигнал, линейно зависящий от температуры. Их выпускают в соответствии с ГОСТ 13384-81, ГОСТ 12997-84, ГОСТ 6651-78. Они представляют собой первичный преобразователь температуры, в цилиндрической головке которого размещен блок электроники. Блок электроники преобразует сигналы, идущие от первичного преобразователя, в унифицированный выходной сигнал 0...5 мА или 4...20 мА.

Цилиндрическая головка крепится к первичному преобразователю с помощью резьбового соединения через изолирующее кольцо. К нижней части корпуса головки с помощью четырех винтов присоединен блок электроники, состоящий из четырех печатных плат. Сверху головки установлена цилиндрическая крышка прибора. Подсоединяют прибор с помощью разъема.

Сигнал от первичного преобразователя (изменение сопротивления медных и платиновых термометров сопротивления и ТЭДС для термоэлектрических преобразователей) усиливается с помощью усилителя постоянного напряжения с МДМ каналом до уровня, достаточного для преобразования с помощью твердотельных аналого-цифровых преобразователей в 12-разрядный код.

Последовательный код с помощью оптронов передается на адресные входы запоминающего устройства (ЗУ), которые осуществляют линеаризацию нелинейности первичного преобразователя. Код с выхода ЗУ является адресным для цифроаналогового преобразователя (ЦАП), с помощью которого происходит обратное преобразование кода в аналоговый сигнал.

Выходной усилитель осуществляет масштабирование выходного тока ЦАП в ток 0...5 мА или 4...20 мА.

Разделение всех цепей гальваническое.

Термопреобразователи ТСПУ-0183, ТСМУ-0283, ТХАУ-0383, ТППУ-0483 отличаются друг с друга типом первичного преобразователя температуры (медные и платиновые термометры сопротивления, термоэлектрические преобразователи градуировок ХА и ПП). Каждый из этих термопреобразователей имеет модификации в зависимости от напряжения питания, выходного сигнала, поддиапазона измерений, конструкции (с обычной и выносной головкой), различных конструктивных исполнений, в том числе с различными длинами.

Основные технические характеристики термопреобразователей приведены в таблице 3.24.

Сопротивление нагрузки составляет 0...20 или 0...1 кОм. Зависимость выходного сигнала от температуры — линейная.

Питание прибора — от источника постоянного тока напряжением  $24 \text{ В}_{-3,6}^{+2,4}$  или  $48 \text{ В}_{-7,2}^{+4,8}$ . Пульсация равна 10 %.

Мощность, потребляемая термопреобразователями, составляет 5 Вт.

В приборах предусмотрена защита от неправильного подключения полярности напряжения питания.

Габаритные размеры термопреобразователей —  $\phi 80 \times 90$  мм.

**Многоэлементный транзисторный термопреобразователь МТП-5Г.** Предназначен для использования в качестве первичного термопреобразователя в устройствах и приборах для измерения и регистрации температуры. Он состоит из двух



### 3.24. Технические характеристики термопреобразователей ТСПУ-0183, ТСМУ-0283, ТХАУ-0383 и ТППУ-0483

| Тип термопреобразователя | Выходной сигнал, мА | Диапазон измерения температуры, °С | Допускаемая погрешность измерения, °С | Показатель тепловой инерции, с | Номинальная статическая характеристика преобразования первичного преобразователя |
|--------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| ТСПУ-0183                | 0...5 или 4...20    | -25...25                           | 1,0                                   | 20; 40                         | 100П                                                                             |
|                          |                     | 0...100                            | 0,5                                   |                                |                                                                                  |
|                          |                     | 50...100                           | 1,0                                   |                                |                                                                                  |
|                          |                     | 0...200                            | 0,5                                   |                                |                                                                                  |
|                          |                     | -200...50                          | 1,0                                   |                                |                                                                                  |
|                          |                     | -100...50                          | 1,0                                   |                                |                                                                                  |
|                          |                     | -50...400                          | 0,25                                  |                                |                                                                                  |
|                          |                     | 0...600                            | 1,0                                   |                                |                                                                                  |
|                          |                     | 0...400                            | 0,25                                  |                                |                                                                                  |
|                          |                     | 0...50                             | 1,0                                   |                                |                                                                                  |
| ТСМУ-0283                | 0...5 или 4...20    | -25...25                           | 1,0                                   | 20; 40                         | 50П                                                                              |
|                          |                     | 0...100                            | 0,5                                   |                                |                                                                                  |
|                          |                     | 50...100                           | 1,0                                   |                                |                                                                                  |
|                          |                     | 0...200                            | 0,5                                   |                                |                                                                                  |
|                          |                     | -50...300                          | 2,0                                   |                                |                                                                                  |
|                          |                     | -50...600                          | 1,5                                   |                                |                                                                                  |
| ТХАУ-0383                | 0...5 или 4...20    | -50...800                          | 1,5                                   | 20; 40                         | ХА <sub>68</sub>                                                                 |
|                          |                     | -50...1000                         | 1,5                                   |                                |                                                                                  |
|                          |                     | 600...1000                         | 0,5                                   |                                |                                                                                  |
|                          |                     | 600...1300                         | 0,5                                   |                                |                                                                                  |
| ТППУ-0483                | 0...5 или 4...20    | 600...1000                         | 0,5                                   | 50                             | ПП <sub>68</sub>                                                                 |
|                          |                     | 600...1300                         | 0,5                                   |                                |                                                                                  |

#### Основные технические данные

|                                                           |          |
|-----------------------------------------------------------|----------|
| Диапазон рабочих температур, °С                           | -60...60 |
| Основная погрешность измерения в диапазоне температур, %: |          |
| -10...40                                                  | ± 0,10   |
| -60...-40 и 40...60                                       | ± 0,20   |
| Чувствительность, мВ/°С                                   | 11       |
| Показатель тепловой инерции, с:                           |          |
| в воздухе при обдуве                                      | 60       |
| в жидкости                                                | 9        |
| Сопротивление подводящих проводов, Ом                     | 10       |
| Габаритные размеры, мм                                    | φ 7×40   |
| Масса, г                                                  | 4        |

стсеков — транзисторов и резисторов. В основу его действия положена зависимость прямых характеристик транзисторов от температуры. Схема включения транзисторов представляет собой пять переходов "эмиттер—база", включенных последовательно. Четыре транзистора включены по схеме транзисторного диода, а пятый — по схеме транзистора с общей базой. Резисторы позволяют увеличить точность градуировки термопреобразователя.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

1. Бегунов А. А., Конопелько Л. А. Физико-химические измерения состава и свойств материалов и веществ. — М.: Издательство стандартов, 1984.
2. Железняков Г. В., Неговская Т. А., Овчаров Е. Е. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока. — М.: Колос, 1984.
3. Зенин А. А., Белоусова Н. В. Гидрохимический словарь/Под ред. А. М. Никанорова. — Л.: Гидрометеиздат, 1988.
4. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. — М.: Гидрометеиздат, 1984.
5. Карасев И. Ф., Шумков И. Г. Гидрометрия. — Л.: Гидрометеиздат, 1985.
6. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. — М.: Химия, 1984.
7. Мелиорация и водное хозяйство. Т. 5. Водное хозяйство: Справочник/ И. И. Бородавченко, Ю. А. Кишинский, И. А. Шикломанов и др./Под ред. И. И. Бородавченко. — М.: Агропромиздат, 1988.
8. Мидгли Д., Торренс К. Потенциометрический анализ воды. — М.: Мир, 1980.
9. Охрана окружающей среды/Под ред. С. А. Брылова и К. Штротки. — М.: Высшая школа, 1985.
10. Приборы и средства автоматизации. Каталог. Ч. 1,3. — М.: Информприбор, 1987.
11. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши/Под ред. А. Д. Семенова. — Л.: Гидрометеиздат, 1977.
12. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам/Под ред. Б. Б. Некрасова. — Минск: Вышэйшая школа, 1985.
13. Средства измерений, допущенные к выпуску в обращение в СССР. Описания утвержденных образцов. — М.: Издательство стандартов, 1988. — Вып. 81—84. — 1989. — Вып. 85—87.
14. Сытник К. М., Брайон А. В., Городецкий А. В. Биосфера. Экология. Охрана природы. Справочное пособие. — Киев: Наукова думка, 1987.
15. Унифицированные методы исследования качества вод. — Ч. I. — Т. 3. — М.: Совет Экономической Взаимопомощи, 1985.
16. Физико-химические методы анализа. Практическое руководство/Под ред. Алесковского В. Б. — Л.: Химия, 1988.
17. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ воды. — Л.: Химия, 1983.



## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Анализатор автоматический содержания нефти в воде СП 58 102
- Анализатор автоматический содержания нефти и механических примесей в сточных водах АКСВ-1 111
- Анализатор АКК-М-01, АКК-М-02 195
- АНВП-79 104
- АНВП-79-У1.1 103
- атомно-флуоресцентный "Спираль-11" 131
- водоемов АВ-105 270
- дисперсного состава ФС-180 91
- жидкости инфракрасный "Анализ-3" 106
- инверсионный вольтамперометрический ИВА-1 249
- "Лемин-1" 115
- "Оксимет-1" 255
- пламенно-фотометрический ПАЖ-2 121
- промышленный титрометрический ТА-7 234
- ртути РТ-102 128
- "Ртуть-101" 127
- солемер УСКМ 199
- универсальный лабораторный кулонометрический "Редан" 238
- химического потребления кислорода ХПК-76 105
- Аппарат рентгенофлуоресцентный АРСП-2 135
- Датчик гидростатического давления ДГДВ 305
- уровня воды ДУ01 291
- — — емкостной ДУЕ-1 299
- — — — мелиоративный ДУЕ-М 301
- Детектор (ПФД) пламенно-фотометрический с селективной чувствительностью к сере и свинцу 177
- Измеритель дистанционный к поплавковым самописцам уровня воды ДИ-УВ-1 293
- качества вод переносной AQUAMETR № 5011 277
- концентрации кислорода и температуры портативный Н20-ИОА 257
- — — — (термооксиметр) 256
- Иономер лабораторный И-115 221
- — И-130, И-120.1 222
- — И-135 224
- — И-140 225
- — микропроцессорный № 5171 228
- переносной И-102 219
- Кислородомер КЛ-115 250
- К-215 251
- К-216 252
- Комплекс лабораторный ЛАВ-1 263
- приборов и оборудования ЛАВ-М1 265
- рентгеновский аналитический СРМ-21 132
- судовой автоматизированный "Створ" 328
- тензорезисторных измерительных преобразователей "Сапфир-300" 307
- Комплект автоматизированного сбора и обработки гидрометрической информации переносной 309
- Кондуктометр вод КПВ-102 191
- воды многоточечный КВМ-1УХЛ4.2 193
- лабораторный КЛ-3 "Импульс" 194
- — ЛК-563М 190
- — электронный КЭЛ-1М 189
- переносной степени минерализации воды КСМВ-102 192
- Комплексы атомно-абсорбционные спектрофотометрические КАС-120 и КАС-120.01 126
- Концентраомер ИКИ-003 230
- КТ-201
- ИКИ-003 230
- Лаборатория комплектная хроматографическая КХЛ-1 172
- передвижная гидрохимическая ПГХЛ-1 267
- Масс-спектрометр МИ 1332 262
- МХ 1321 138
- МХ 1321А 140
- МХ 1331 142
- Микроспектрофлуориметр МОФ 262
- Мутномер автоматический переносной М-101 111
- Наборы кондуктометрические промышленные системы МЕТРОЛИЗ 202
- Перепадаомер динамометрический со счетчиком стока ПДС-06 335
- — — — ПДС-80 335
- Полярограф лабораторный специализированный ПЛС-1 246
- универсальный ПУ-1 243
- Преобразователь расхода ИР-61 315
- — воды вихревой ВИР 317
- — — — поплавковый ППРС-1 318



- — — ультразвуковой УЗОР 320
- — — частотный скважинный РЧС 318
- — — шариковый "Сатурн-М" 327
- — — электромагнитный ПСГ 314
- — РГР-100 316
- Преобразователи уровня измерительные буйковые взрывозащищенные "Сапфир-22ДУ-Ви" и "Сапфир-22ДУ-Ех" 306
- Прибор для биоконтроля токсичности промышленных сточных вод "Гольян-01" 261
- лабораторный ЛФСВ-2 239
- "Лица-71А" 101
- пневматический регистрирующий с интегратором МТС-711 Ин 332
- Приборы контроля чистоты жидкости ПКЖ-902 89
- — — — ПКЖ-904 90
- рН-метр № 5170Е 227
- автоматический промышленный рН-220 211
- лабораторный рН-673М 215
- лабораторный цифровой ЛП-17 218
- милливольтметр рН-125 206
- — рН-150 209
- — рН-155 210
- прецизионный цифровой ОР-208 216
- — — ОР-208/1 217

Радиометр РЖ-05 278

- РКГ-05П 280
- РКС-08П 282
- РУБ-01П6 283

Расходомер жидкости лазерный доплеровский ЛДР-0 324

- переносной РП 323
- ультразвуковой многоканальный РУМ-1 322
- — со счетчиком "Акустрон" модель УЗР-В 321

Расходомеры сужающие 336

- шариковые "Шторм-50М-55" 325
- электромагнитные ЭРИС, ЭРИС.М 312

Рефрактометр РЛ-2 84

- ИРФ-457 87
- лабораторный универсальный УРЛ 87
- поляризационный ИРФ- 463 89

Рефрактометры импульсные лабораторные РИ-01, РИ-02, РИ-03 86

Ротаметр пневматический РП-М 343

Ротаметры стеклянные с местными показателями РМ-А-1, РМ-П, РМ-1У 340

- электрические РЭ-Т, РЭ-В 340

Самописец уровня воды длительного действия ГР-38 290

Сигнализатор биологической токсичности сточных вод по реакции ухода рыб в безопасную зону СБ-1 259

- электрической проводимости СЭЗ 200

Сигнализаторы СХ4-М1 и СЦ-1М1 218

Система для биологического эксперимента СБЭ-1 271

Солемеры автоматические показывающие и сигнализирующие типа СКМ 196

Спектрофотометр автоматический С-604 98

- — атомно-абсорбционный С-115 125
- рентгеновский многоканальный СРМ-25 133
- "Сатурн-3" 124
- "Спекол 11" 99
- "Спекол 200", "Спекол 210-211, 220-221" 100
- "Спекорд М40" 97
- СФ-26 94
- СФ-39 96
- СФ-46 97

Стокомер-колесо 334

Счетчики турбинные холодной воды СТВ 331

Счетчик холодной воды крыльчатый СКВ-15 329

- — — — СКВ-65 330

Термометры лабораторные стеклянные ртутные ТЛ-6 350

- — — ТЛ-4 349
- — — ТЛ-5 350
- показывающие местные ТГП-100М 358
- — сигнализирующие типов ТГП-100Эк, ТГП-100Сг, ТКП-100Сг 357
- самопишущие газовые и жидкостные 358
- сигнализирующие взрывозащищенные ТГП-16СгВЗТ4, ТКП-16СгВЗТ4, ГТП-16СгКсВЗТ4, ТКП-16СгКсВЗТ4 355
- стеклянные ртутные для точных измерений 351
- термоэлектрические цифровые ТТЦ-1 353
- электрические транзисторные ТЭТ-2-М1 352

Термометр "Электроника-ИТ" 354

Термопреобразователи сопротивления ТСП-0879, ТСМ-0879 360

- ТСПУ-0183, ТСМУ-0283, ТХАУ-0383, ТППУ-0483 361

Титратор кулонометрический Т-125 236

- лабораторный высокочастотный кондуктометрический Т-120 201

Титрометр лабораторный кулонометрический ИЛ1 240

Турбидиметр воды ТВ-205 112



- Уровнемер акустический УА-1 298  
 — — ЭХО-3 295  
 — одноканальный "Руда-Лот-1М" 303  
 — переносной УКП-6 294  
 — поплавковый многофункциональный УПМ-2 292  
 — самопищущий поплавковый ГР-116 291  
 Установка образцовая кондуктометрическая автоматизированная 1-го разряда УОК-1МА 205  
 Установка лабораторная титрометрическая Т-108 235  
 — стационарная ультразвуковая расходомерная 324  
 Устройство водомерное для определения стока в устье закрытой дрены 334
- Флуориметр лабораторный "Квант-5" 115  
 Фотоколориметр переносной ФК-110 92  
 — — ФК-120 92  
 Фотометр аналитический для массовых анализов ФАНК-1 107  
 — лабораторный ЛМФ-72М 93  
 — пламенный ФП-102 123  
 — ФЛ 114
- Хроматограф "Агат" 166  
 — "Биохром-1" 157  
 — газовый аналитический с цифровым заданием режима "Цвет-500" модели 510 и 530 152  
 — — — автоматизированный "Цвет-2000" 154  
 — — лабораторный универсальный "Биохром-21" 160  
 — — — "Цвет-100М" 151  
 — — — "Цвет-580" 153  
 — жидкостный лабораторный "Цвет-3002" 156  
 — — микроколоночный с автоматизированной системой обработки информации "Милихром-1" 168  
 — лабораторный ЛХМ-80 (модель 9) 170  
 — микроколоночный жидкостный "Милихром-2" 169  
 — МХ-1312В 173  
 — "Нефтехим-СКЭП" 175  
 — переносной ионный ХПИ-1 164  
 — унифицированный промышленный ХПУ-2 163  
 Хлоридомер АХП-205 229  
 Хронопотенциометр базовый МБХ 242  
 — ХС-2 241



|                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. Качество воды . . . . .</b>                                                  | <b>3</b>   |
| 1.1. Виды загрязнений воды . . . . .                                               | 3          |
| 1.2. Нормы качества природных вод . . . . .                                        | 5          |
| 1.3. Программы контроля качества воды . . . . .                                    | 54         |
| 1.4. Контролируемые показатели качества воды . . . . .                             | 58         |
| <b>2. Приборы для контроля гидрохимических показателей качества воды . . . . .</b> | <b>68</b>  |
| 2.1. Оптические приборы . . . . .                                                  | 68         |
| 2.2. Атомно-спектроскопические приборы . . . . .                                   | 116        |
| 2.3. Масс-спектрометрические приборы . . . . .                                     | 137        |
| 2.4. Хроматографические приборы . . . . .                                          | 145        |
| 2.5. Электрохимические приборы . . . . .                                           | 177        |
| 2.6. Биоиндикаторы . . . . .                                                       | 258        |
| 2.7. Приборы для определения комплекса параметров . . . . .                        | 263        |
| 2.8. Приборы для дозиметрического и радиационного контроля . . . . .               | 277        |
| <b>3. Приборы для контроля гидрологических показателей качества воды . . . . .</b> | <b>287</b> |
| 3.1. Измерение параметров водного потока и учет его стока . . . . .                | 287        |
| 3.2. Измерение температуры воды . . . . .                                          | 347        |
| <b>Список литературы . . . . .</b>                                                 | <b>363</b> |
| <b>Предметный указатель . . . . .</b>                                              | <b>364</b> |



Справочное издание

**Алтунин Валерий Степанович**  
**Белавцева Татьяна Мефодьевна**

## **КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ**

Справочник

Зав. редакцией *А. И. Гераськина*  
Художественный редактор *К. Е. Мацегорин*  
Технический редактор *Ю. Г. Москалева*  
Корректор *В. Л. Вольф*

ИБ № 7337

Лицензия № 010159 от 04.01.92 г.

Сдано в набор 18.09.91. Подписано в печать 04.01.92. Формат 60 × 88<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага кн.-журн. Гарнитура Пресс-Роман. Печать офсетная. Усл. печ. л. 22,54. Усл. кр.-отт. 22,79. Уч.-изд. л. 31,49. Изд. № 54. Тираж 1000 экз. Заказ 1982"С" № 140.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Колос", 107807, ГСП-6, Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Московская типография № 9 Министерства печати и массовой информации Российской Федерации, 109033, Москва, Волочаевская, 40.