

ПРОВ. 1951 г.

СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ

ИРРИГАЦИЯ и ГИДРОТЕХНИКА

№ 2

ЖС-124

САНИИРИ
ТАШКЕНТ
1 9 3 6

4

Очерки по гидрографии Таджикистана

Таджикская Социалистическая Советская Республика по географическому своему положению занимает юго-восточную часть Средней Азии и по высотам над уровнем моря—низшая 328 м и высшая 7795 м, представляет собою в физико-географическом отношении горную страну, напоминающую отчасти Тибет и северо-западные области Индии.

В географических координатах Тадж ССР расположена между $40^{\circ}07'$ и $36^{\circ}40'$ северной широты и между $67^{\circ}21'$ и $75^{\circ}15'$ восточной долготы и занимает площадь в 138.246 кв. км.

Типичная чисто горная страна (долины занимают всего 7,25% всей площади) Таджикистан большую часть своей народно-хозяйственной жизни сосредоточил в равнинных пространствах, представляющих собою в большинстве случаев расширенные участки речных долин.

Эта же особенность рельефа республики обуславливает собою значительную густоту гидрографической сети—на указанной площади в 138.246 кв. км протекает весьма большое количество крупных и мелких рек, ручьев и периодически пересыхающих саев.

В подавляющем своем большинстве водные потоки имеют на всем их протяжении значительные уклоны, часто несут значительные расходы воды и нередко представляют собой эффективные объекты для целей использования гидравлической энергии, в то же время являясь источниками орошения значительных земельных фондов республики.

Сравнительно слабая изученность водных ресурсов Таджикистана, вследствие кратковременности ведущихся по отдельным рекам гидрологических наблюдений, не позволяет дать исчерпывающего материала по гидрологии республики.

Но все же, на основе материалов гидрометрической службы Таджикской ССР, отдельных литературных источников и неопубликованных материалов ряда учреждений и работников Таджикистана, представляется возможным дать характеристику источников водоснабжения республики как со стороны размеров их водных ресурсов, так и со стороны величин падения на отдельных участках этих водотоков.

При составлении очерка в нашем распоряжении имелись следующие материалы:

1. Составленные нами продольные профили основных водных артерий ТаджССР.

ми лучше.

В месте резкого поворота Лянцжа на север эта долина по-
чем ширина ее поймы колеблется от 1,5 до 5 км.

Так же как и Вахан-дарья, стечена с обеих сторон горам,
средний головной расход воды в 38,9 м³/сек. Длина реки Лянц-
Река Лямир вытекает из озера Зор-Куль (Виктория) и на

данным может быть принят равным 73,0 м³/сек.
Средний головной расход воды р. Вахан-дарья по интервалу
сколо хребтов.

лиские, величественные снеговые горы Индукушского и Ва-
ролями кустанника. С двух сторон этой долины поднимаются
несет с востока на запад, довольно широка и покрыта травой и
дарья, Лямир, Луи, Бартан и Ванч). Долина Лянцжа в Вахане
Лянцж, т. е. пять, по числу наиболее крупных притоков (Ва-
ста слияния рек Вахан-дарья и Лямира река получает назва-
ле ваханских таджиков она получает название Вахан-дарья; от
Сначала река носит киргизское название Алмаган, затем и

высоте 7076 м над уровнем Каспийского моря.
ке Вахжир, на северном склоне восточных отрогов Индукуш-

Свой исток р. Лянцж имеет в афганских владениях в до-
хар-Чубекского и ~~_____~~ (6. Сарай-камарский) доли-
районов Горно-Бадахшанской области и долины Кулябского.
Из реки Лянцж и ее притоков орошаются земли отоме-
ган и Бадахшан).

служит границей между СССР и Афганистаном (провинция Ва-
является верховьем реки Аму-дарья и на всем своем протяжении
Река Лянцж—самая мощная и многоводная река Таджикиста

Р. Лянцж

Бассейн р. Аму-дарья

в Туркменском и Горно-Бадахшанском районах.
при мелких горных речек и сав, сосредоточенных главным обра-
Бурган, Басманда, Шахристан, Ларьян и др. и, наконец, на
стекающие с северного склона Туркестанского хребта—Акта-
фа, Ар-су, Ходжа-бакирган, Зеравшан с притоками, мелкие ре-
Кафирниган, Ляшанге-дарья, Илак Ханак, Каратаг, Ширкенд,
ки Лянцж и Вахш с их многочисленными притоками, затем
Главнейшими водными артериями Таджикистана являются
ников и об их водных ресурсах.

ные в конце очереди таблицы дают представление о режиме во-
ристик отдельных водных источников Таджикистана, а при-
систематизированные сведения по общей гидрологической хар-
Описательная часть приводимого ниже очерка содержит в
Ламира.

7. Литературные указания о расходах воды некоторых
Азии.

6. Материалы Союзгидла по водно-энергетической схеме
- хозяйственным мероприятиям в отдельных районах республи-
5. Материалы схематических и технических проектов по
- ряду рек республики.
4. Гидрометрические данные Гиметкома ТаджССР и УССР
3. Десятиверстные планшеты съемки ВТО.
2. Девятиверстные планшеты съемки ВТО.

В этом месте Пяндж прорывается через Ваханский хребет, по обеим сторонам реки поднимаются высокие горы, в открывающихся на север сторону реки ущельях виден вечный снег и ледники, из которых текут незначительные ручьи, впадающие в Пяндж в виде водотоков.

Ниже Шугнана долина Пянджа снова расширяется; с востока открывается широкая долина Хорог, по которой протекает р. Гунт, левый приток Пянджа. При впадении Гунта в Пяндж расположен г. Хорог, являющийся центром Горно-Бадахшанской Автономной Области. Сохраняя свое прежнее направление на север, Пяндж принимает в своем течении целый ряд притоков и у сел. Калай-и-Хумб меняет свое направление на юго-западное. Наконец, огибая высокое нагорье, у подножья которого находится область Пас-и-ку, Пяндж делает большую петлю, проходит узким ущельем через теснину Чайля-камари, окончательно освобождаясь от гор, выходит в равнину у сел. Чубек. Несколько ниже сел. Чубек Пяндж выделяет из себя три основных протока—собственно Пяндж, Афган-дарью и Дархат-дарью, текущую между Пянджем и Афган-дарьей большой низменный овраг Урта-тугай, принадлежащий Афганистану. Повидимому, в древнее время Пяндж, или один из его рукавов, по выходе из гор у Чайля-камара, шел прямо на запад, мимо сел. Чубек, туда, где находится нижнее течение реки Кизыл-су. В этой долине, называемой Пархар-чубекской, можно наблюдать широкие галечные поймы этих притоков. В течение последнего десятилетия деятельность этих притоков (Беш-капе и Чубечки) возобновилась и произвела довольно серьезные разрушения в указанной выше долине.

В период с 1931 по 1934 г., уже при вмешательстве в это дело Советов Водного Хозяйства Таджикистана, деятельность этих притоков была частично прекращена проведением крупных регулировочных работ по их закрытию.

Ниже города Пархара, находящегося на берегу р. Пяндж в 10 км от Чубека, Пяндж сохраняет свое юго-западное направление до самого слияния с р. Вахш и имеет здесь характер равнинной реки с ложом, сложенным из мелкой гальки и песка. Общее протяжение р. Пянджа от истоков до слияния с рекой Вахш выражается в 170 км, при чем на этом протяжении реку можно разделить на два участка: 1) горный—от истоков до выхода в равнину у сел. Чубек, имеющий длину в 750 км и падение в 4804 м, что составляет в среднем на 1 км 6,4 м падения; 2) равнинный—от сел. Чубек до слияния с Вахшем, имеющий длину в 380 км и падение в 221 м, что дает на 1 км в среднем 0,66 м падения.

Общая водосборная площадь горной части Пянджа (горных истоков Пянджа) исчисляется в 57 642 кв. км, что составляет 48% всей площади Таджикского бассейна р. Аму-дарьи, исчисляемой в 119 974 кв. км.

Зная по литературным источникам, что суммарный средне-годовой расход воды рек Таджикистана, принадлежащих к бассейну Аму-дарьи, равен 1730 м³/сек., будем иметь средне-годовой расход воды Пянджа при выходе его из гор в равнину в $1730 \times 0,48 = 830$ м³/сек. Если же примерно цифра получается от суммирования средне-годовых расходов воды горных притоков Пянджа. Средне-годовой расход воды р. Пяндж при слиянии его с Вахшем исчисляется в 1730 м³/сек.

Непосредственных данных о расходах воды р. Пяндж, в виду отсутствия гидрометрических наблюдений по нему, не имеется, од-

нако, зная площадь водосборного бассейна реки и процентное отношение этой площади к площади Таджикского бассейна р. Амударьи, можно по интерполяции с гидрометрическими данными Вахшу получить приближенный график колебания расходов в Пянджа.

В прилагаемой к очерку таблице колебания расходов воды и приближенные данные нами и приведены.

Максимальный расход р. Пяндж может быть принят равным долине максимального расхода воды р. Амударьи по Керкинской гидрометрической станции, что составит около 4000—4500 м³/сек.

Минимальные расходы воды по Пянджу проходят в первой половине ноября по март максимальные — май, июнь, июль, август с наивысшим пиком в конце июля, начале августа, что является весьма характерным для реки ледникового питания, к какой р. Пяндж и относится.

Как указывалось выше, р. Пяндж на своем горном участке принимает в себя следующие наиболее крупные притоки: справа Гунт, Бартанг, Язгулем, Ванч и Оби-ниоу, слева р. Кукчи; по выходе из Чайля-комарского ущелья Пяндж принимает в себя с правой стороны, несколько ниже гор. Пархара, р. Кизыл-су, которая в свою очередь принимает в себя слева почти одинаковую по мощности р. Ях-су и справа маловодную речку Таир-су. Все правые притоки Пянджа берут свое начало на мощных горных хребтах Памира-Алая, а левые — в центральной части Гиндукуша.

Река Гунт

Река Гунт в своих верховьях носит название Аличур и берет истоки из многочисленных ключей западного склона перевала Пайза-тош. Пройдя примерно 105 км, река Аличур впадает на отметке 3810 м в озеро Яшиль-куль, образовавшееся в результате оползшего в долине реки громадного обвала. От озера Яшиль-куль река приобретает название Гунт и, пройдя еще 120 км, впадает в Пяндж у гор. Хорога. Уровень воды в озере Яшиль-куль, из которого вытекает р. Гунт, лежит на 1800 м выше горизонта воды Пянджа при впадении ее в Пяндж у Хорога. Таким образом, река на участке длиной в 120 км течет с громадным уклоном, достигая величины 0,015 и имеет характер весьма бурного потока. Не дойдя 14 км до Пянджа, Гунт принимает в себя слева многоводный приток Шах-дару. Средний годовой расход воды Гунта у Хорога равен по данным ТПЭ—91,7 м³/сек.

Река Бартанг

Река Бартанг является самым крупным притоком Пянджа под названием Ак-су берет начало на отметке 3962 м из озера Чаматин-куль. У урочища Таджан Ак-су меняет свое название на Мургаб, которое сохраняет до впадения в Серезское озеро, образовавшееся от преграждения русла реки гигантским завалом, произошедшим в 1911 г. Масса камня, образовавшего Усойский завал, имеет около 5 км в ширину и не менее 500 м высоты в самых низких местах завала, представляя собой мощную плотину из каменной обсыпки. В настоящее время длина Серезского озера достигает 68 км. По выходе из озера р. Мургаб получает название Бартанга.

Общее протяжение р. Бартанг от истоков до впадения в Пяндж исчисляется в 550 км. С правой стороны Бартанг принимает в се

приток Кудару (Кух-дара), берущую начало из весьма крупного ледника Корженевского и имеющую протяжение 82 км. Средний расход воды р. Бартанг при впадении его в Пяндж исчисляется в 350,0 м³/сек. После впадения Бартанга в Пяндж чистая и прозрачная вода последнего становится очень мутной, т. к. Бартанг — поток темной, красноватой муты. Долина, по которой протекает р. Мургаб и Бартанг, славится своей дикостью и непроходимостью.

Река Язгулем

Река Язгулем вытекает под названием р. Кашал-аяк из ледников западного склона высочайшего на Памире хребта Академии, лежащего на границе Дарваза. Общее протяжение реки незначительно и равно 114 км; вода в Язгулеме имеет красный оттенок и несет большое количество наносов. Расходы воды этой реки не замерялись.

Остальные правые горные притоки Пянджа — р. Ванч и Обиниоу — также имеют свои истоки в почти совершенно неисследованной области хребта Академии. Протяжение этих рек исчисляется: — р. Ванч в 110 км и Обиниоу в 57 км. Сведений об их расходах воды мы не имеем.

При выходе из гор в долину Пяндж принимает в себя справа единственный приток р. Кызыл-су, которая в свою очередь в 88 км от устья принимает в себя слева р. Ях-су.

Река Кызыл-су

Река Кызыл-су, иначе называемая Кчи-сурхобом, составляется у города Больджуана из трех рек: р. Шурак (верховье р. Кызыл-су), р. Камерау и Ховалинг-дарья. Истоки р. Кызыл-су находятся на высоте 1533 м.

В своей горной части река протекает с большими уклонами, достигающими 0,015, которые, начиная от селения Таначи, резко меняются на более мягкие порядка 0,0004, в низовьях же река идет с еще меньшим уклоном в 0,0003. Общее протяжение реки от истоков до впадения в Пяндж равняется 223 км, на каковых падение реки составляет 1098,5 м.

На своем протяжении р. Кызыл-су принимает в себя притоки: справа р. Таир-су, имеющую незначительные расходы и несущую соленую воду, слева р. Ях-су и Тандыр-сай.

Расходы воды реки Кызыл-су до впадения в нее р. Ях-су по неполным и несистематическим наблюдениям колеблются от 85 м³/сек. (максимум) до 2,0 м³/сек. Однако, здесь необходимо заметить, что указанные гидрометрические данные о расходах воды р. Кызыл-су (пост Уч-тепе и Таскала за 1928-29 г.) носят весьма сомнительный характер. Если обратиться к исчислению расхода воды реки Кызыл-су по водосборной площади (метод профессора Шлегеля), которая равна примерно 4923 кв. км, что составит 4,1% от всей Таджикской водосборной площади р. Аму-дарья, то средне-годовой расход воды реки получается равным 62,7 м³/сек. Грубо ориентировочно расходы воды р. Кызыл-су могут быть приняты максимальные в 100 м³/сек. и минимальные в 3 м³/сек.

Максимальный паводок проходит в апреле — мае, а минимальные расходы воды падают на июль — август, что является весьма характерным для рек снегового питания.

В районе гор. Гарма р. Сурх-об разбивается на ряд протоков, и пойма реки достигает здесь ширины в 1,00 км.

Ниже по течению русло реки вновь суживается, прорезая западные отроги хребта Петра Великого.

Далее, в месте слияния рек Сурх-об и Оби-хингоу, у сел. Лянгар, пойма реки несколько расширяется и затем ниже этого слияния вновь сужается, и река, уже под названием Вахш, вступает в район простирающихся хребтов Каратегина и протекает параллельно им почти на всем их протяжении в довольно узком ущелье. Здесь ширина реки достигает в среднем 100 м, в месте же расположения Пулисангинского моста, где река прорывает свиту твердых песчанников, ширина потока составляет всего лишь несколько метров.

Примерно на 18—20 км выше Курган-тюбе р. Вахш выходит из гор в долину и далее, до слияния с рекой Пяндж, протекает с небольшими уклонами по равнинной местности, сложенной аллювиальными наносами.

Расположение значительной части бассейна в зоне высоких гор и вечных снегов, на отметках от 1000 м и выше, определяет режим р. Вахш, как типично ледниковой реки с максимумами расходов в течение летних месяцев—в период интенсивного таяния ледников и с минимумами зимой.

Общая длина реки Вахш от устья до места слияния р. Сурх-об с р. Оби-хингоу составляет 646 км. Из них 154 км Вахш протекает в долинной части, от устья до места выхода в Курган-тюбинскую долину, и имеет, таким образом, долину горной части в 492 км.

Длина участка по р. Сурх-об от места слияния ее с р. Оби-хингоу и до слияния рек Кизыл-су и Мук-су исчисляется в 382 км. Длина р. Кизыл-су равна 78 км, р. Мук-су имеет длину в 87 км, начинаясь на отметке 4834 м на перевале Кокуй-бель.

Имея отметку горизонта воды р. Вахш при слиянии ее с р. Пяндж в 331 м и приведенную выше отметку истоков р. Мук-су, мы получаем общее падение реки на протяжении 1026 км в 4503 м.

Распределение этого падения по длине реки может быть разбито на 3 участка:

1. Р. Мук-су—значительные уклоны порядка 0,023.
2. Р. Сурх-об и Вахш до выхода последнего из гор в Курган-тюбинскую долину—постоянный средний уклон 0,0041.
3. Р. Вахш в ее долинной части—смягченные уклоны, колеблющиеся в пределах от 0,001 до 0,00025.

Гидрометрические данные по реке Вахш и ее притокам имеются по следующим станциям и постам:

1. По Сарапульской станции на р. Сурх-об, открытой в 1932 году (около г. Гарма).
2. По Лябиджарской станции на р. Хингоу, открытой 1/VII 1933 г.
3. По Сичегорскому посту на р. Вахш, открытому в 1933 г.
4. По Туткаульской станции на р. Вахш, открытой в 1931 г.
5. По Сарбандской станции на р. Вахш, открытой в 1929 г.

По рекам Хингоу и Сурх-об достаточно надежный материал имеется только за один полный гидрологический 1933-34 год.

По Сарбандской гидрометрической станции, учитывающей почти полный сток р. Вахш, имеется проверенный материал за полные пять лет (1929—1934). Что касается материалов Туткаульской станции, то их нельзя считать вполне надежными до окончательной проверки наблюдаемых данных.

Режим притоков и самой р. Вахш по материалам перечисленных выше станций характеризуется следующими данными.

Наименование реки и станции	Зимние расх.			Летние расх.			Макс. Макс.	Миним. Миним.	Средне-годовой	Величины и даты пиков. расходов
	Макс.	Мин.	ред.	Макс.	Мин.	Сред.				
Хингоу у Лябиджара 1934 г.	113,0	19,0	52,9	1077,5	625,0	851,3	1790	19,0	110,0	—
Сурх-об у Сарыпуля 1934 г.	142,0	81,5	115,8	1021,5	686,5	854,0	1590	81,5	305	24.VI-1590 м³/сек
Вахш у Сарбанды 1930	309,0	74,0	123,7	1695	991,0	1342,5	2672	74	623	13.VII-2672
1931	275,0	157,0	187,0	1254	1201,0	1227,0	2043	157,0	617	21.VII-2043
1932	550,0	149,0	244,7	1520	970	1244,8	2576	149,0	676	20.VII-2576
1933	305,0	134,0	163,0	1383	1266	1324,5	2608	134,0	628	17.VII-2608
1934	419,0	160,0	226,3	1750	1247	1498,3	2194	160,0	740	27.VII-2194

Безусловно, отдельные катастрофические паводковые расходы станциями могли быть не замерены, почему максимальный паводковый расход воды можно принять равным 3600—4500 м³/сек.

Если обратиться к гидрометрическим материалам, легшим в основу проектирования головного сооружения Вахшского магистрального канала, и выведенным по корреляционной зависимости между станциями Сарбанд и Керки, то по ним величина паводковых расходов близка к вышеприведенным.

Изменение расходов воды по времени года проходит по реке Вахш следующим образом:

Минимальные расходы воды наблюдаются в январе, феврале (74,0—160 м³/сек.), затем идет увеличение водоносности, когда в апреле—мае расходы воды колеблются от 234,0 до 685 м³/сек.

С начала июня начинается подъем горизонтов и быстрое нарастание расходов, достигающих своего максимума в конце июля; август характеризуется еще весьма значительными величинами расходов воды (991—1247 м³/сек.), но начиная с сентября, последние спадают и к октябрю принимают величины порядка 177—296 м³/сек., каковые держатся примерно до середины января.

Суммарный сток реки Вахш, исчисленный по материалам Сарбандского поста, за 5 лет колебался от 19,56 кб. км. до 23,44 кб. км. и в среднем может быть принят равным 20,28 кб. км. при чем 67,6% от полного стока дает летний паводковый период.

Колебание средне-декадных расходов за весь период наблюдений по Сарбандскому и Туткаульскому постам, а также средне-месячные расходы по некоторым из притоков р. Вахш, приведены в прилагаемой к очерку таблице.

Р. Кафирниган

Река Кафирниган служит источником водоснабжения довольно значительных площадей в верховьях и среднем ее течении — Янгибазарский, Лекай-таджикский, Сталинабадский и Гиссарский районы, и особенно в ее низовьях — Кабадианский, Шаартузский районы и Бешкентская долина.

Истоки реки берут свое начало на южных склонах Гиссарского хребта в горах Соя-куг и Гульбас, откуда стекают две небольшие речки — Сорбуг и Канызь. В 49 км от истоков речки Канызь и Сор-

буг, сливаясь, получают название Сорбо, после впадения во вторую у сел. Раумит р. Сардан-миона, берущей начало на перевале Кан, образуется р. Кафирниган. От селения Раумит река идет в узком горном ущелье с довольно крутыми склонами, примерно на протяжении 16 км, и затем около селения Алчадары выходит в Верхне-Кафирниганскую долину, тянущуюся до впадения в Кафирниган р. Ханаки. Широкая Кафирниганская долина ниже Гиссара суживается и переходит в ущелье Пави-дуль, где река протекает между крутыми и высокими обрывами гор Баба-таг и Газималек, то приближающимися к реке, то отступающими от нее и образующими ряд долин — Кзыл-дашт, Ак-мечеть, Шуриан-баш. Из этого горного участка река выходит в долину около города Кабадиана, ниже которого Кафирниган идет в широкой пойме до самого впадения в р. Аму-дарью.

Бассейн реки весьма асимметричен — правый берег по площади водосбора в два раза больше левого и коэффициент асимметрии всего бассейна получается равным 0,33. Коэффициент извилистости Кафирнигана незначителен и равен 1,27.

Общая длина реки от истоков до впадения в р. Аму-дарью, определенная по 10-верстной карте Гл. Шт. РККА, выражается в 365 км, на протяжении которых река имеет разность отметок в 2977 м. Уклоны реки, доходя до величины 0,07 в горной части, в долинной части от сел. Дашти-бед до сел. Кабадиан равны в среднем 0,0025, а далее до р. Аму-дарьи имеют величину порядка 0,001 и даже менее.

В своем верхнем течении, до вступления в ущелье Пави-дуль Кафирниган принимает в себя ряд притоков, а именно: на 98-м километре впадает незначительная речка Язь (с притоком Иос), берущая начало в горах Кара-таш на высоте около 3000 м и протекающая в узком, глубоком ущелье.

Далее на 119-м километре впадает сай Семиганч, имеющий длину 34 км и несущий в период выпадения весенних дождей довольно значительные расходы воды.

На 158-м километре с левой стороны впадает р. Иляк, стекающая с отрогов гор Тувиш и Дарвоз. Иляк проходит широкой и к устью низкой поймой и имеет 82 км длины.

Почти напротив р. Иляк в Кафирниган с правой стороны впадает самый крупный его приток — р. Дюшамбе-дарья, берущая начало на южном склоне Гиссарского хребта у перевалов Анзоб и Шутур-гардан.

Наконец, на 166-м километре справа впадает последний значительный приток — р. Ханака, стекающая с южного склона Гиссарского хребта.

После впадения р. Ханака Кафирниган до самой р. Аму-дарьи притоков не имеет, если не считать нескольких небольших силевых ручьев в Акмечетской долине. В Нижне-Кафирниганской долине река разбивается на сеть больших и малых рукавов, и имеет довольно широкую пойму.

Расходы воды реки Кафирниган учитываются тремя гидрометрическими постами: верхним Даштибедским, расположенным у киш. Дашти-бед и функционирующим с 1.V 1929 г., и двумя нижними — Кабадианским, расположенным около сел. Тартки и начавшим работать также с 1929 г., и Айваджским, работавшим в период с 1913 г. по 1917 г. и затем возобновившим наблюдения в 1931 г.

Колебания расходов воды р. Кафирниган по Даштибедскому посту на основе гидрометрических наблюдений 1930, 31, 32, 33 и 34

годов приходят в следующих пределах: максимальный паводковый расход воды 483,0 м³/сек., средне-годовой расход воды 111,00 м³/с. и минимальный 18 м³/сек. Колебания расходов воды по гидрометрическому посту Тартки за тот же период таковы: максимальный расход воды 649,5 м³/сек., минимальный 40,4 м³/сек. и средне-годовой 208,0 м³/сек.

Если взять кривые повторяемости средне-арифметических расходов воды по этой реке, то мы будем иметь следующие данные:

Пост Дашти-бед	—100 %	обеспеченность	$Q = 18$ м³/сек.
	— 75 %	"	$Q = 30$ "
	— 50 %	"	$Q = 67,5$ "
Пост Тартки	—100 %	"	$Q = 44,4$ "
	— 75 %	"	$Q = 58,0$ "
	— 50 %	"	$Q = 117,0$ "

Поверхностные скорости в реке, замеренные на Тарткинском посту, колебались в пределах от 1 до 3 м³/сек. в верховьях они достигают величин порядка 3—5 м³/сек. в зависимости от величин проходящих по реке расходов воды.

Что касается общего режима р. Кафирниган, то он обуславливается снеговым и ледниковым питанием реки, при чем наличие этих двух источников питания служит причиной появления двух максимумов в расходах воды. Один из максимумов наблюдается весной при таянии снегов, когда наибольшие расходы воды идут по Ханаке, Иляку, Люч-обу и частично Варзобу, а другой паводок бывает в июне—июле при интенсивном таянии ледников по Варзобу, Сардаи-мионе, Канызю и Сорбугу.

Притоками Кафирнигана являются реки Дюшамбе-дарья, Иляк и Ханака.

Река Дюшамбе

Река Дюшамбе образуется от слияния двух речек — Зидди и Майхура, берущих начало на высоте 4200 м из ледников южного склона Гиссарского хребта. После слияния река носит название Варзоб-боло, Варзоб и затем по выходе в Гиссарскую долину — Дюшамбе-дарья.

Водосборный бассейн р. Дюшамбе, определенный по карте масштаба 1/84000 до впадения р. Люч-об, равен 1126 кв. км, из них верхняя высокогорная площадь составляет 576 кв. км, средняя и долинная — 450 кв. км. Характер водосборной площади указывает, что питание реки в основном является ледниковым. Однако резко континентальный климат и обилие осадков в горной части бассейна дают расходы воды от таяния снегов и выпадающих ливней, при чем пики расходов воды от сильных ливней являются наиболее высокими. Общая длина реки с ее притоками составляет около 75 км, из которых 40 км река является горным потоком, прокладываям себе путь в ущельях между отрогами Гиссарского хребта, около 25 км река протекает между высокими каменистыми холмами, имея ширину от 30 до 100 м, и последние 15 км протекает по Гиссарской долине, образуя здесь сильно развитую пойму до 2 км шириной и имея много рукавов, часто меняющих свое положение и величину.

Общее падение р. Дюшамбе, исчисленное по материалам барометрического нивелирования и по данным двухверстных плавшетов ВТО, получилось равным 2500 м.

В верховьях река имеет уклоны, достигающие до 0,04, и только по выходе из ущелья уклоны смягчаются и достигают 0,009, мало отступая от этой величины до самого впадения р. Дюшамбе в р. Кафирниган.

Согласно данным шурфования Варзобстроа, геологический разрез поймы реки в ее среднем течении представляется следующим: на глубину до 10 м залегают отложения из галечника, гравия, песка и валунов с порозностью 40%, ниже их идут древние скальные породы. Эти породы имеют обнажения как на дне реки в виде донных порогов, так и на берегах реки в виде скалистых горных склонов, окаймляющих реку.

В долинной части, уже по выходе из ущелья, ложе реки представляет собой мощные слои галечников, являющиеся продуктом эрозионной деятельности реки. Породы, подстилающие в этом месте галечники, неизвестны из-за отсутствием соответствующих исследовательских материалов.

Река Дюшамбе имеет следующие притоки: Сиома, Оби-гарм, Пугус, Такоб, Гушары, Оджук, Хорангон, Шурак-сай и Люч-об и, кроме того, еще целый ряд мелких саев и ручьев.

Наиболее крупными притоками являются р. Сиома и р. Люч-об. Притоки р. Дюшамбе представляют собой сани и овраги снегового и ливневого питания, эрозионная деятельность которых в периоды прохождения силей очень велика. В связи с этим силевые потоки выносят весьма большое количество обломочного материала и образуют непосредственно у их впадения в русло реки Дюшамбе конуса выноса довольно значительной величины.

Самым значительным притоком является р. Люч-об, берущая начало на невысоких отрогах Гиссарского хребта. Общая протяженность реки 60 км, из которых только 15 км река протекает в пойме, расширяющейся у места впадения в реку Дюшамбе до 1500 м.

Водосборная площадь р. Люч-об, определенная по двухверстным планшетах, равна 270 кв. км.

Гидрометрические наблюдения по р. Дюшамбе начались 1. IV 1927 г. по посту Чорбог, находившемуся приблизительно на 6 км выше г. Сталинабада. С 1. IV 1930 г., вследствие сноса Чорбогского поста, створ наблюдений перенесли выше по реке к сел. Динавак (10 км от г. Сталинабада), на котором все замеры ведутся и по настоящее время.

Материалами, наиболее заслуживающими доверия, являются данные наблюдений по реке с 1 VIII 1929 г., т. е. с момента передачи поста в ведение ИВХ.

На основе указанных материалов режим реки Дюшамбе представляется в следующем виде:

Максимальный расход воды по посту Динавак за 1932 г. составил 232 м³/сек. Наибольший наблюденный расход, замеренный сотрудниками Варзобстроа 22. V 1932 г., был равен 375 м³/сек. Расходы ливневых силей обычно не замерялись, но по приближенным подсчетам они могут достигать 600 м³/сек. и более.

Минимальный расход воды в реке составил 7 м³/сек. (январь 1930 г.). Кривая повторяемости расходов воды дает следующие величины

100%	обеспеченность	$Q = 8 \text{ м}^3/\text{сек.}$
75%	"	$Q = 15,0 \text{ "}$
50%	"	$Q = 21,0 \text{ "}$

В створе поста максимальные амплитуды колебания горизонтов воды достигали 1,20—1,40 м. Скорости в реке колеблются от 1,70 м³/сек. при расхо-

дах воды в 40—50 м и до 4,07 м³/сек. при расходах воды в 400—600 м³/сек.

Общий режим Дюшамбе-дарьи соответствует режиму реки ледникового питания, сильно измененному влиянием снеговых и ливневых вод.

Первые пики весенних паводков, начиная с середины апреля, соответствуют снеговому талым водам, дающим наибольшие расходы, вторые пики в конце мая и в июне соответствуют водам ледников. На притоках реки Дюшамбе гидрометрических наблюдений не велось, за исключением только одной речки Люч-об, на которой гидрометрический пост был открыт в конце 1931 года. По данным этого поста, расходы воды в Люч-обе колеблются в пределах от 24 м³/сек. до 1,75 м³/сек. Силевые и ливневые паводки, не замеренные постом, достигают по этой горной речке величины до 60 м³/сек.

Обычно наибольшие расходы воды идут в апреле, начале мая, затем идет постепенное снижение и к концу июня больше 2 м³/сек. по этой реке не идет.

Река Дюшамбе служит источником водоснабжения для земель почти всей Гиссарской долины, расположенной по правому берегу реки, и для левобережных площадей, окружающих столицу Таджикистана — город Сталинабад. Использование водных ресурсов весьма незначительно, большая часть расходов реки сбрасывается в Кафирниган неиспользованной.

Река Ханака

Река Ханака является вторым правым притоком Кафирнигана и впадает в последний несколько ниже р. Дюшамбе-дарьи около гор. Гиссара. Общее протяжение р. Ханака от истоков, которые она имеет на склонах Гиссарского хребта на высоте 2044 м, до впадения в Кафирниган составляет 48 км, при чем падение на этом протяжении равно 1388 м.

В горной своей части, где воды реки не используются на орошение, Ханака идет с уклонами от 0,08 до 0,017 и даже по выходе в Гиссарскую долину уклон ее снижается всего лишь до 0,01.

Река Ханака имеет главным образом снеговое питание: паводки, достигающие 50 и более кубометров в секунду, проходят в апреле, мае, минимум в расходах приходится на июль и август, когда из небольших ледников или не растаявших снежников по реке наблюдаются расходы воды в 3—4 м³/сек. На реке имеется один гидрометрический пост у сел. Арбаби, открытый в 1930 году.

По кривой повторяемости расходов воды имеем следующие их величины:

100%	обеспеченность	$Q = 3,12$ м³/сек.
75%	"	$Q = 7,0$ "
50%	"	$Q = 12,5$ "

Из этой реки орошается до 4000 га по правому и в основном по левому берегу реки. В связи со значительным снижением расходов реки к июню, июлю водопользование в этом районе весьма напряженно.

Река Иляк

Река Иляк берет начало из ключей на плато Калай-дашт за невысоким перевалом Агбан-кашка (высота 1730 м), отделяющим Гиссарскую долину от Каратегина, и впадает в Кафирниган с левой его стороны, несколько выше р. Дюшамбинки.

Имея родниковое питание, Иляк может быть назван рекой только в периоды выпадения дождей и таяния снегов, когда с окружающих реку холмов в нее стекает настолько большое количество воды, что расходы в низовьях Иляка достигают 60 и более кубометров в секунду. В такие паводки Иляк несет жидкую красную глину, ибо несущийся по реке раствор воды с грунтом иначе и не назовешь.

Примерно уже с мая расходы воды резко падают и к середине июня Иляк около сел. Нау-абад несет всего лишь 0,54—0,70 м³/сек. и даже совсем пересыхает, так что каналы в период с мая подпитываются переброской необходимых расходов воды из р. Кафирнигана.

Общее протяжение реки от ее истоков и до впадения в Кафирниган равно 70 км, на которых Иляк имеет падение в 1017 м. Уклоны реки колеблются от 0,028 в верховьях до 0,0069 на участке от сел. Нау-абад до впадения в Кафирниган. Из-за чрезмерной неравномерности своего режима эта река не имеет никаких перспектив в смысле использования ее для гидроэнергетических и ирригационных целей.

Посевы площадей Шахринауского района орошаются из рек Каратага и Ширкенда.

Река Каратаг

Река Каратаг, являясь одной из составляющих реки Сурхана (второй составляющей является река Туполанг), берет свое начало из снежников у перевала Мура Гиссарского хребта на высоте около 4300 м над уровнем моря.

Протяжение реки 78 км, из них по горному участку 44 км и по долинному — 34 км. Уклоны реки меняются от 0,03 до 0,007.

По характеру своего режима Каратаг принадлежит к типу рек смешанного питания с преимущественным ледниковым, что можно видеть из того, что максимальный паводковый расход воды приходится обыкновенно на июль, реже на май тогда как реки чисто снегового питания имеют максимальный паводок в конце апреля—мая.

Гидрометрический пост на реке установлен в 1928 г. у сел. Каратаг при выходе реки из ущелья в долинную часть. Данные наблюдений этого поста дают следующую картину изменения расходов воды по временам года: с сентября—октября по февраль включительно расходы воды держатся приблизительно постоянные и минимально меженные порядка 4—7 м³/сек.; с марта, в связи с началом снегового таяния, начинается подъем воды и увеличение расхода.

К началу апреля расходы воды принимают уже величину 25—35 м³/сек. Паводок продолжается в период с середины мая по конец июля, после чего начинается спад паводка, кончающийся в сентябре. Далее устанавливается меженный зимний расход. Максимальный пик паводка приходится на июнь, когда расход воды достигает 100 и более кубометров в секунду (2-я декада июля 1934 г. дала расход воды в 103,96 м³/сек.).

На основании составленной нами таблицы повторяемости расходов воды реки Каратага (средне-арифметические данные за период с 1928 по 1935 год) были получены следующие их величины:

Расход 50% обеспеченности	— 14 м ³ /сек.
" 75%	— 7
" 100%	— 3,50

Скорости в реке колеблются от 1,20 до 5 м/сек. в различные периоды года.

Река Ширкенд

Река Ширкенд является правым притоком реки Каратаг и берет начало примерно на тех же высотах Гиссарского хребта, что и Каратаг.

Протяжение реки: горный участок—30 км, долинный—18 км, всего 48 км; общее падение 1337 м. Уклоны долинного участка 0,004—0,009, в горной же части они достигают величин 0,08.

Ширкенд имеет почти исключительно снеговое питание, почему максимальная пика паводка 30—40 м³/сек. падает на апрель—июнь, а уже с июля расходы воды быстро идут на убыль и к сентябрю достигают величин в 3—4 м³/сек.

Минимальные расходы воды устанавливаются примерно в октябре, когда по реке проходит всего 2,5—2 м³/сек.

По кривой повторяемости расходов воды величины последних получились равными:

Для 100% обеспеченности	—	2,0 м ³ /сек.
" 75%	"	— 3,6 "
" 50%	"	— 5,75 "

Гидрометрические наблюдения ведутся по Дебевакскому посту, установленному на этой реке в 1929 г. при выходе ее из ущелья.

Несоответствие режима реки с потребностями орошения заставило органы Водного Хозяйства провести работы по переброске необходимых расходов в Ширкенд из реки Каратага, что осуществлено проектом Батош-Ширкенд.

Бассейн р. Зеравшана

Основным источником водоснабжения горных районов в северной части ТаджССР—Пенджикентского, Захмад-абадского и Матчинского—является р. Зеравшан с ее притоками.

Река берет начало на обширном Зеравшанском леднике, находящемся в месте сопряжения Зеравшанского, Алайского и Туркестанского хребтов, на отметке 2775 м. В своем верхнем течении Зеравшан имеет название р. Матча и в виде значительного и быстрого потока течет на запад в узком и глубоком ущелье между Туркестанским и Зеравшанским хребтами.

Главные притоки р. Зеравшан, впадающие в него в горной части, следующие: с левой стороны Фан-дарья, Кштут-дарья и Магиан-дарья.

Самый большой из притоков—р. Фан-дарья, несущий до 30% всего расхода Зеравшана, образуется от слияния р. Ягноба и Искандер-дарья. Последняя, под названием р. Матча, начинается у горного узла, образующего водораздел между Магиан-дарьей, Кштут-дарьей и Фан-дарьей, идет сначала на восток до озера Искандеркуль, а затем, выйдя из озера, поворачивает на северо-восток и идет в этом направлении до впадения в нее реки Ягноба.

Приняв в себя воды реки Ягноба, Фан-дарья направляется прямо на север, прорезает узким ущельем (10—15 м ширины) Зеравшанский хребет и впадает в реку Зеравшан примерно в 100 км от г. Пенджикента.

Река Кштут-дарья образуется слиянием двух речек—Вору и Артуч и впадает в р. Зеравшан на 50 км ниже р. Фан-дарья. Река Вору в верховьях называется Арча-майдавом и берет начало у перевала

Дугдан Гиссарского хребта. Р. Артуч вытекает из группы Кулико-лонских озёр у Ляоданского перевала Зеравшанского хребта.

Следующим и последним притоком Зеравшана является река Магиан-дарья, образующаяся слиянием рек Шинк и Кара-су, берущих начало на склоне Гиссарского хребта в районе перевалов Гава-гиссар, Джум-комбар и Пянджаб. Началом р. Магиан-дарьи следует считать истоки р. Шинк, вытекающей из группы Маргузарских моренных озёр.

Протяжение р. Зеравшан от ледника (истоков) до выхода из Дупулинского ущелья исчисляется в 290 км; площадь водосборного бассейна на этом протяжении реки исчисляется примерно 11779 кв. км.

На своем протяжении река Зеравшан резко делится на долинную и горную части. В верховьях Зеравшан имеет широкую долину, выработанную эрозионной деятельностью ледников. Здесь от сел. Дихаус до сел. Обурдон река течет по сильно развитой широкой (до 0,5 км) пойме, разбиваясь на ряд рукавов. От сел. Обурдон до устья реки Кштут Зеравшан течет узким каньоном с высокими, крутыми берегами и большими уклонами.

За Пенджикентом, на границе Саразмской степи, оканчивается горная часть, и река течет уже по широкому галечниковому руслу, разбиваясь на ряд неустойчивых рукавов. Ниже острова Мианкаль Зеравшан представляет типичную степную реку, спокойно текущую в широкой Бухарской долине.

Река Фан-дарья на всем протяжении протекает довольно узким каньоном с очень крутыми и высокими берегами. Река Искандер-дарья течет в долине с пологими склонами, суживающимися у кишлака Хайрамбет и вторично перед слиянием с Ягнобом.

Несколько ниже озера на реке имеется перепад высотой около 40 м. Река Ягноб в верхней части, примерно до притока Варсаут, проходит узкой долиной с довольно покатыми (35° — 40°) склонами и лишь в одном месте ниже кишлака Петип минует узкое, шириной 30—40 м, ущелье с отвесными склонами, имеющими высоту 80—100 м. Ниже, до кишлака Хшир-тоба, идет как бы переходный участок, а от Хшир-тоба до кишлака Такфон река течет узким каньоном с очень отвесными и высокими (до 500 м) склонами. К устью уклон реки делается больше, рельеф спокойнее, и долина расширяется.

На реке Ягноб, на 2—2,5 км ниже устья притока Марзич, имеется грандиозный перепад завального происхождения (высотой 187 м), представляющий собой созданное природой прекрасное место для постройки гидростанции.

Река Кштут на всем протяжении течет в широкой долине, сужающейся несколько к Зеравшану. Магиан-дарья, в противоположность Кштуту, течет в узком, неглубоком каньоне.

Гидрометрические наблюдения на р. Зеравшан по Дупулинскому посту были начаты давно, в 1895 г., однако материалы этих наблюдений считаются весьма ненадежными, почему для всех расчетов используются данные с 1913 года. Другой пост—Захматабадский, расположенный несколько выше устья р. Фан-дарьи, начал работать сравнительно недавно.

Согласно данных Дупулинской гидрометрической станции, расположенной при выходе реки из Дупулинского ущелья, за период с 1913 по 1927 г. минимальный суточный расход реки определился величиной в 20 м³/сек.

Минимальный средне-месячный расход равен 21,3 м³/сек. Максимальный средне-месячный—675 м³/сек. Минимальные расходы

р. Зеравшан проходят в период январь—февраль и март, максимальные—июнь, июль, август, что является весьма характерным для рек ледникового питания.

Средний годовой расход р. Зеравшан за указанный период времени—с 1913 по 1927 г.—исчисляется в 165,5 м³/сек. Для гидроэнергетических расчетов могут быть приняты следующие величины расходов:

Минимальный расход	20 м ³ /сек.
Расход 75% обеспеченности	41,0 "
Расход 50%	70,0 "

Переходя к характеристике водных ресурсов крупных притоков реки, необходимо отметить, что по ним имеются достаточно удовлетворительные гидрометрические данные. Так, например, по р. Магнан-дарья имеются материалы наблюдений за 20 с лишним лет по Судженинскому посту, расположенному в устье этой реки.

На р. Кштут-дарье гидрометрические наблюдения ведутся по Кштутскому посту, расположенному также в устье этой реки.

По Фан-дарье замеры расходов производятся на посту Захмат-абадском, расположенном у места впадения Фан-дарьи в Зеравшан.

По р. Искандер-дарье имеются почти 40-летние гидрометрические замеры по посту Источному, расположенному у выхода реки из озера Искандер-куль.

По Ягнобу расходы замерялись на Такфонском посту. За последние 2 года измерения расходов ведутся также выше Ягнобского завала.

Средне-декадные многолетние расходы р. Зеравшан и ее притоков по перечисленным выше постам приведены в прилагаемой к очерку таблице.

С правой стороны Зеравшан принимает в себя большое количество мелких горных саев, стекающих с окаймляющих реку гор. Таковы сая Иори, Рарз, Пахурд, Кали-хона, Яхрут Рокшиф, Янги-сабан, Вальюн, Падаси, Ривут и еще ряд более мелких.

Расходы по ним никем не замерялись и наблюдений над их режимом не велось, почему дать какие-либо сведения о них в данное время не представляется возможным.

Бассейн р. Сыр-дарьи

Культурно-поливные площади Ходжентского, Науского и Исфара-Канибадамского районов с весьма сильно развитой ирригационной сетью получают воду из рек Ходжа-бакирган, Ак-су и Исфары.

Р. Ходжа-бакирган

Река Ходжа-бакирган берет начало с вершины водораздельного участка северного склона Туркестанского хребта, высота которого достигает в восточной части бассейна 4700 м, в западной—6000 м и более.

Основное питание реки обеспечивают ледники Грязновского (высота до 6300 м), Долманского, Гребнева, несколько долинных родниковых выходов и большое количество снежников.

Верхние ветви реки, берущие начало непосредственно в ледниковой зоне, представляют собою ряд небольших речек—Кара-булак,

Урям, Ашат, Кара-су и Ак-су, постепенно соединяющихся между собой и образующих два главных притока: левый р. Ляйли-мазар и правый р. Джиты-купрюк. Слияние этих рек дает в свою очередь начало реке Ляйляк, которая собственно и представляет собой верхнее течение Ходжа-бакиргана. На протяжении примерно 24 км р. Ляйляк не имеет притоков и только около развалин крепости того же названия она принимает в себя слева р. Сары-кунгей, а справа Кара-су.

Этими притоками и заканчивается формирование Ходжа-бакиргана, носящего в этой его части название р. Ляйляк до выхода из Андарханского ущелья, пройдя которое река приобретает свое основное название — Ходжа-бакирган, сохраняя его до самого впадения в р. Сыр-дарью.

Общая длина реки, считая от устья и вверх до ледников по левому притоку Ляйли-мазар, равна 113 км.

Река Ходжа-бакирган имеет в горной части характер бурного потока, еще окончательно не выработавшего себе русла, что особенно ярко выражено в верховьях, где дикие, непроходимые теснины, проложенные рекой в крепких породах, сменяются большими озеровидными расширениями в районах менее устойчивых образований.

Огромные уклоны обуславливают значительную эрозионную деятельность. Русло в верховьях загромождено крупными обломками пород, слагающих в этих местах долину, а также валунами, принесенными с истоков.

Бесчисленные пороги и водопады превращают течение реки в бурлящую стремнину, катящую по дну крепкую гальку и булыжник.

Ниже Андарханского ущелья река идет в каньонообразной долине на протяжении 25 км с более или менее ровным уклоном, в среднем от 0,001 до 0,02, пробиваясь через узкую, в несколько метров шириной, щель в районе кишлака Калача (ущелье Мук) в предгорно-равнинную полосу, по которой уже р. Ходжа-бакирган протекает в невысоких (до 8—10 м) отвесных галечникового строения берегах, прорезая перед впадением в р. Сыр-дарью Дигмайскую возвышенность. Ниже кишлака Калача, за ущельем Мук, р. Ходжа-бакирган весьма интенсивно разбирается на орошение в виде оросительных магистральных каналов, подающих воду в оазисы, расположенные вдоль прибрежья р. Сыр-дарьи. Отсюда и до впадения в реку Сыр-дарью Ходжа-бакирган представляет собой уже сухое русло, служащее временами для сброса силевых или неиспользованных зимних расходов.

Питаясь атмосферными осадками, родниками, снежниками и ледниками, Ходжа-бакирган имеет два паводка: первый снегово-ливневый, который обычно проходит в мае или начале июня и характерен быстрым нарастанием пика и таким же спадом, когда по реке проходят силы разрушительной силы с расходом в несколько сот кубометров в секунду, при чем этот расход держится всего лишь несколько часов, принося однако весьма значительные разрушения головным участкам ирригационных каналов района, снося гидрометрические посты и пр. Второй паводок — ледниковый — наступает в конце июня, начале июля и характерен постепенным нарастанием расходов воды, достигающих в июле — августе 40—60 м³/сек. Спад ледникового паводка наблюдается обычно в середине сентября и происходит так же постепенно, как и нарастание расходов.

Средний годовой расход воды р. Ходжа-бакирган по Калачинскому посту исчисляется в 9,81 м³/сек., минимальные расходы

достигают величины до 2 м³/сек., наибольший наблюдаемый расход воды равен 52,83 м³/сек.

Величина катастрофического паводка, вероятного для периода в 100 лет, определенная по формуле Фостера, получилась равной 534 м³/сек. Расход силевого потока, прошедшего 5 мая 1927 г., был определен в 365 м³/сек.

Площадь водосборного бассейна до выхода в равнинную полосу определена по двухверстке ВТО в 2622 кв. км.

Опорная гидрометрическая сеть на р. Ходжа-бакирган была установлена проф. Александровым в 1911 году на верхнем посту у Андарханского ущелья.

Наблюдения по р. Ходжа-бакиргану продолжались непрерывно до 1920-21 гидрологического года включительно, причем, начиная с 1915-16 года, измерений расходов не производилось, а велись только записи показаний горизонтов, которые были прекращены на период до 1925 года, с какового момента вновь открыты гидрометрические работы как на опорной сети, так и на дополнительных створах, с целью изучения основного водораспределения по бассейну.

Помимо поста у Андарханского ущелья, были установлены гидрометрические створы в Калачинском узле и Нижнем Унжинском.

Таким образом, р. Ходжа-бакирган имеет три учетных пункта: 1) верхний пост—Андарханский—фиксирует поступление воды с основной питающей площади водосборного бассейна; 2) Калачинский—ведет учет водораспределения в голове верхнего оросительного веера (перед выходом реки из горной части долины в равнинную полосу); 3) на Унжинском створе замеряются расходы, поступающие на орошение самого большого оазиса района. Расходы Андарханского поста связаны корреляционной зависимостью с Калачинским гидрометрическим створом и частично по нему исправлены.

Для составления таблицы колебания расходов р. Ходжа-бакиргана гидрометрический материал взят только по двум гидрометрическим станциям—по Андарханскому и Калачинскому постам, причем по первому из них материалы неполноценны и к использованию для расчетов не рекомендуются.

Река Ак-су

Истоки реки Ак-су достигают ледникового массива, питающего и р. Ходжа-бакирган в пределах левой его ветви Ляйли-мазар. Река Ак-су образуется целым рядом отдельных левобережных притоков, как-то: Анкал, Саркенд, Берк-су, Гудундук, Джакурт, Куль и Джумрут, берущих начало в снежниках и мелких долинных ледниках Туркестанского хребта.

Примерно в 42 км от истоков, около сел. Мурьяк, в р. Ак-су впадает довольно значительный приток Дахкат-сай, такого же происхождения, как основное течение Ак-су.

Верхний участок реки по правому притоку имеет почти широтное направление, параллельное оси главного водораздела, резко меняющееся на северное с половины пути, на протяжении которого река пересекает ряд второстепенных грядок и, наконец, прорезав по линии меридиана предгорную полосу, доходит до р. Сыр-дарьи.

В материалах гидрологического обследования указывается, что верховья р. Ак-су характеризуются наличием отдельных озеровидных расширений, заполненных водой и обзаванных своим образова-

нием, вероятно, явлениям огромных обвалов и осыпей с высоких, крутых склонов, сложенных преимущественно известняками и в незначительной степени сланцами и изверженными породами.

Самый нижний барьер расположен в районе кишлака Джизгак, километрах в 40 от устья реки. Здесь р. Ак-су пробивается через узкую щель, шириною 2,0 м. Такое сужение реки обуславливает подпор и вызывает повышение горизонтов воды метра на 2 как при нормальных расходах, так и при паводках. Боковые склоны долины на этом участке достигают высоты до 400,0 м, дики, обрывисты; галечниковая пойма реки в виде однообразной полосы шириною до 400—500 м резко ограничена подножием гор, ниспадающих к руслу рядом утесов и крупных осыпных конусов.

Постепенно вниз, начиная от кишлака Замборуч, рельеф склонов долины смягчается, и получают развитие приречные террасы. Отдельные вершины и водораздельные коренные хребты, распыляясь, отступают далеко в сторону, и р. Ак-су уже в районе кишлака Тагаак врезается в толщу галечниковых отложений предгорной полосы, проходя первые 3—4 км в каньонообразном ущелье глубиной до 30,0 м и шириной 60—70 м.

За сел. Нау прибрежный район приобретает равнинный характер и сливается с общим массивом Присырдарьинской береговой полосы.

На всем участке, начиная от кишлака Джизган и до устья, речной поток блуждает по широкому галечниковому руслу, разбиваясь на ряд мелких рукавов и протоков, при глубине в среднем менее одного метра.

Сравнительно многоводная в своих верховьях р. Ак-су полностью разбивается низовыми оросительными узлами, за пределами которых русло реки в вегетационные периоды остается обычно сухим, и только воды паводков и силей достигают реки Сыр-дарья.

Общая длина реки, считая по правому притоку до р. Сыр-дарья, равна 95,0 км, из них верхний участок, считая его условно в пределах от истоков до Джизганского завала, составляет 54 км, средний участок—от Джизганского завала до выхода в равнинную полосу (кишлак Тагаак)—34,0 км, а нижний участок (до устья)—7,0 км.

По данным наблюдений на Джизганском гидрометрическом посту, средний годовой расход воды р. Ак-су равен 4,5 м³/сек.; зимние расходы воды падают до 1,5 м³/сек. Первое увеличение дебита наблюдается в мае—июне за счет таяния снежных запасов нижней зоны водосборного бассейна. Средние расходы воды июля—августа колеблются в пределах 8—10 м³/сек. Так же, как по Ходжа-бакиргану, по Ак-су проходят ливневые сили с расходом воды в 65—70 м³/сек.

Общая площадь водосборного бассейна, определяемая по карте ВТО (в границах горного района, из равнинной полосы), исчисляется в 1928 кв. км.

Р. Исфара

Река Исфара берет свое начало из вечных снегов и ледников Туркестанского хребта в наиболее высокой его части (в пределах Киргизстана, по границе с верховьями реки Зеравшана, именно, с большим Зеравшанским ледником) и образуется от слияния двух горных речек—р. Коровшон, вытекающей под названием Джипроси из мощного ледника Шуровского, и р. Кшамыш-сай.

Пройдя несколько горных ущелий, река выходит в обширную Исфаринскую междугорную котловину, в которой расположен гор. Исфара. По выходе в долину воды р. Исфары начинают разбираться в ирригационную сеть для орошения Исфаринской долины.

Ниже Исфары река снова вступает в ущелье среди невысоких пестроцветных гор и у сел. Рават выходит в Ферганскую долину. В расстоянии 1 км выше Равата река Исфара целиком разбирается по каналам, расходящимся в разные стороны — наподобие веера (Исфаринский веер).

Река Исфара имеет режим ледникового питания. Начиная с октября, зимние расходы воды постепенно падают, приближаясь к минимуму в апреле. С мая расходы воды начинают возрастать и достигают максимума в июле—августе. При этом, вследствие начала таяния ледников и снежников и особенно обильного таяния последних, в начале мая имеет место весенний майский пик. После этого пика в конце мая и в первых числах июня следует незначительное снижение, а затем новое возрастание расходов, достигающее своего максимума в августе и даже сентябре.

Гидрометрические наблюдения на реке ведутся с 1910 года по двум постам: Танги-ворухскому в верховьях реки и Раватскому перед водоразбором реки на орошение.

Расходы воды р. Исфара по Танги-ворухскому посту, фиксирующему полный сток реки, колеблются в следующих пределах за многолетний период (с 1909 года): максимальный расход воды $63,0 \text{ м}^3/\text{сек.}$, средне-годовой (многолетний) $18,4 \text{ м}^3/\text{сек.}$, минимальный $2,9 \text{ м}^3/\text{сек.}$, наибольший наблюденный расход воды равен $100 \text{ м}^3/\text{сек.}$

Расходы воды по Раватскому посту при выходе реки в Ферганскую долину меняются в пределах за многолетний период: максимальный расход воды $69,5 \text{ м}^3/\text{сек.}$, среднегодовой (многолетний) $14,5 \text{ м}^3/\text{сек.}$, минимальный $0,41 \text{ м}^3/\text{сек.}$

Земли двух других крупных северных районов Тадж ССР — Уратюбинского и Шахристанского — орошаются целым рядом горных речек, стекающих с северного склона Туркестанского хребта. Таковы речки Ак-теньга, Бюриген, Басманда, Дальян, Катта-сай и пр.

Река Бюриген

Река Бюриген образуется от слияния двух саев — Алтыкол и Кусавли с притоком Джували, берущих начало на северных склонах Туркестанского хребта.

Средний годовой расход воды можно считать в $1—1,5 \text{ м}^3/\text{сек.}$ В 2 км ниже слияния Кусавли и Алтыкола вода совершенно исчезает, глубоко фильтруясь в донный галечник. Поверхностный поток вновь образуется из ряда ключей и родников, выходящих из галечниковой поймы в 12 км ниже места исчезновения. В 5—6 км выше сел. Шахристан р. Бюриген получает дополнительное питание из целой группы родников, выходящих в основании правобережной террасы; они увеличивают расход воды в реке процентов на 80—100. У сел. Шахристан вода Бюригена разбирается арыками на орошение. Ниже Шахристана пойма реки на протяжении 15—20 км совершенно сухая. В период весеннего таяния снегов вода в Бюригене доходит значительно дальше, примерно до кишлака Бюриген 1-й.

В период паводков мощность потока значительно возрастает, примерно до $15—20 \text{ м}^3/\text{сек.}$

Река Ак-теньга

Река Ак-теньга берет начало так же на северном склоне Туркестанского хребта, образуясь от слияния двух небольших речек — Тегена и Ак-чекмень.

В верховьях Ак-теньга проходит по узкому ущелью Курганак в серых плотных известняках.

По выходе из ущелья вода Ак-теньги теряется в галечниковых наносах поймы, протекает затем на протяжении 12 км подземным потоком и появляется снова на дневную поверхность в виде мощных родников в основании правобережной террасы р. Бюригена, сложенной галечником с примесью глинистых частиц. Правый берег р. Ак-теньги сложен коренными породами (известняки, песчаники), по левому развиты высокие аллювиальные террасы.

В период паводков воды Ак-теньги доходят до Бюригена, сливаясь с последним. В меженный период поверхностный ток по Ак-теньге доходит всего на 2—3 км ниже выхода из ущелья Курганак.

Гидрометрических наблюдений по реке не велось, почему охарактеризовать ее режим невозможно. Замеренные отдельными работниками Таджикводхоза расходы воды колеблются от 2 до 5 м³/сек.

В паводки Ак-теньга-сай несет до 30—40 м³/сек., но эти пики бывают весьма краткосрочными.

Река Басманда

Река Басманда, являющаяся восточной границей Уратюбинского района, образуется от слияния саев Угук и Аучи. В срединной части своего течения у кишлака Басманды, она проходит по узкому ущелью, заложенному в галечниковой террасе, высота обрывов которой достигает 70 м. Питание сая происходит родниковыми водами, выходящими из трещин основных пород в долинах саев Аучи и Угук. По сая Аучи из этих родников собирается поверхностный поток с расходом воды до 3 м³/сек. Что касается сая Угук, то по нему проходит не больше 0,5 м³/сек.

В месте выхода сая Басманда в долину, у так называемых Аучинских ворот, средне-декадный расход воды за время с мая по сентябрь равнялся 2,74 м³/сек.

На участке от ворот до кишлаков Басманда и Янги-арыка, примерно на протяжении 10 км, сай теряет до 20% своего расхода. Остающееся количество воды начинает разбираться на орошение, и у селения Калидуст Басманда-сай перестает существовать.

Река Катта-сай

Река Катта-сай питается родниковыми водами, которые главным образом выклиниваются на территории Шахристанского района в северной его части в виде ряда родниковых очагов — Обкарчагайский, Дахьянский, Нафарочский и Дальянский.

Все эти родники выклиниваются перед Уратюбинской грядой, сложенной из коренных пород и преграждающей путь подземным водам. Гидрометрических данных по отдельным группам родников не имеется, велись лишь наблюдения по учету суммарного расхода воды всех родников по Катта-саю. За 4 года наблюдений (1930—1934 г.) получены следующие данные: максимальный расход воды 1,75 м³/сек., минимальный 0,858 м³/сек. и средний годовой 1,24 м³/сек.

Дахана-сай

Дахана-сай, прорезающий Уратюбинскую гряду в восточной части района, питается следующими группами родников — Муджумсайской, Мангитской, Курганской, Итарчинской и Кинегазской. Воды всех этих родниковых выходов собираются в сая, которые, соединяясь около сел. Бешкаль, образуют Дахана-сай. Расходы воды последнего

по неполным гидрометрическим наблюдениям с 1930 по 1934 г. могут быть представлены следующими цифрами:

Минимальный расход — 1,41 м³/сек, максимальный — 2,05 м³/сек., средне-годовой — 1,64 м³/сек.

Кроме этих сравнительно крупных родниковых саев, в Уратюбинском районе имеется еще целый ряд более мелких саев и отдельных родников — Далян-сай, Кунджах-сай, Кизилы-сай, Кутур-булак, Чуль, Курук-сай, родник Джуакандак, Кизых Файзабад и пр.

Наконец, источниками орошения района служат также мелкие силевые сай, стекающие с северного склона Туркестанского хребта и оживающие только весной и ранним летом, в остальное время года они сухи.

Характерной чертой всех описанных мелких речек Уратюбинского района является исчезновение воды из них при выходе из горной обстановки. Вода теряется в мощных галечниковых наносах рек; в иных случаях она снова выходит на дневную поверхность, иногда же навсегда теряется в глубине, питая подземные воды.

Здесь же необходимо упомянуть также о целом ряде мелких источников водоснабжения в виде родников в таких районах республики, как Аштский и Ходжентский. В первом из них орошение развито мелкими участками по родниковым саям и ручьям, разбросанным у подножья гор. Могол-тау, таковы Сарбанд-сай, Пнук-сай, Сануд-сай, Ашт-сай, Ашозба-сай, родники Батрак, Булак, Урмантал, Хаюна и др. Дебит их весьма различен и колеблется от 15 литров до одного и полутора кубометров в секунду.

В Ходжентском районе имеется несколько мелких родниковых очагов — Самгарский, Курукский и др., и затем мощный выход грунтовых вод у Дигмайской возвышенности — Дигмайские родники с общим дебитом их примерно в 2 м³/сек.

Вообще, в северных районах республики, в связи с недостатком водных ресурсов, для целей орошения используются буквально все те источники водоснабжения, из которых вода тем или иным способом может быть подана на орошаемые поля.

Переходя, наконец, к характеристике мелких горных речек и саев юго-восточного Таджикистана, приходится констатировать, что, к сожалению, до настоящего времени мы совершенно не имеем никаких исследовательских данных по целому ряду горных речек и саев, воды которых зачастую можно было бы использовать для целей орошения или гидроэнергетики путем проведения соответствующих мероприятий, главным образом по линии создания небольших водохранилищ.

Таковы все мелкие речки Гармского округа — Кадук, Яман, Тутак, Карачуш-хана, Оби-лумб и т. д., мелкие притоки Вахша, Пянджа и Кафиригана — Семиганч, Харангон, Иос, Яван-су, Сайкик, Таир-су, Саргазан, Пушкин-сай и т. д. и т. д.

Все эти водотоки исключены из нашего рассмотрения, т. к., кроме неполного их перечня, других сведений по ним привести не представляется возможным.

Земельно-водный баланс республики

Какова же оросительная мощность охарактеризованных выше водных источников и каков тот земельный фонд, который орошается и намечен к орошению из этих водотоков.

Как указывалось в начале очерка, Таджикистан, являясь страной чисто горной, имеет от общей своей площади всего 7,25% долиньных пространств, что составляет около 9,9 тысяч кв. км.

Большая часть и наиболее крупные долинные массивы находятся в бассейнах рек Пянджа и Вахша, Кафирнигана, Каратага и Ходжа-бакиргана в следующих районах: Пархарчубекском, Кулябском, ~~Аральском~~, Аральском, Кургантюбинском, Джиликульском, Шартузском, Локайтаджикском, Гиссарском, Сталинабадском, Янгибазарском, Шахринаусском, Наусском и Ходжентском.

К земельному фонду республики, могущему быть использованным для целей ирригации, относятся только 7385 кв. км, или 74% от общих долинных пространств в 9930 кв. км.

В приводимой ниже таблице дается разбивка этого земельного фонда по долинам и бассейнам отдельных рек.

Наименование долины	Бассейн	Валовая площадь в га	Возможная площадь для исп. брутто в га	Поливн. площ. 1934 г. в га	Возможный прирост в га
1. Вахшская	Вахш	167600	138300	35780	102520
2. Аральская		18000	17400	8680	8080
3. Яванская		60000	48000	—	48000
4. Дангара-Алимтаск.		25000	18000	—	18000
5. Ташрабатская		16000	12000	—	12000
6. Мелкие долины верховьев Вахша		40000	40000	21410	18590
Итого по бас. Вахша		326600	273700	65870	207830
7. Нижне-Кафирниган.	Р. Кафирниган	108200	65000	12590	52410
8. Ак-мечетская		5000	600	200	400
9. Гиссарская		24000	23000	13700	9300
10. Верхне-Кафирниган.		39000	26500	14920	11580
Итого по бас. Кафари-		176200	115100	41410	73690
11. Шахринауская	Р. Каратаг—Ширкенд	38000	34000	19650	14350
12. Яхсу-кизылсуйск.	Р. Пяндж	50000	40000	10740	29260
13. Сарайкамарская.		20500	17700	6314	11386
14. Пархарчубекская		53000	43000	8160	34840
15. Мелкие долины верховьев Пянджа		20000	20000	12870	7130
Итого по бас. Пянджа		143700	110700	38084	72616
16. Зеравшанская (Таджикская часть)	Р. Зеравшан	29500	23500	19500	4000
17. Уратюбинская	Горные реки Туркестанского хребта, сан и родники	125000	66000	25140	41860
18. Ходжентская	Р. Сыр-дарья	108100	78000	33670	44330
19. Канибадамская		38000	28000	19570	8430
Итого по Тадж. ССР		993000	738600	262890	475710

Примечание. Поливные площади 1934 г., взятые по данным учета этих площадей ИРО НКЗ ТаджССР (издание 1935 г.).

Имея эти данные по отдельным рекам, а по последним материалам гидрометрических наблюдений, легко составить сводную таблицу земельно-водного баланса ТаджССР, каковая нами ниже приводится. (См стр. 27)

Из указанного перечня по рекам Каратаг, Ширкенд, Исфара, а также по двум рекам из бассейна р. Пяндж—Ях-су и Кизыл-су—излишек водных ресурсов для ирригационных целей не может быть

Водно-земельный баланс по Таджикской ССР

Наименование рек	Сток в милл. куб. м		Площадь, пригодн. для орошения брутто	Количество куб.м. воды, потребн. на орошение, в милл. куб.м	Свободный остаток или недостача воды в милл. куб.м.
	За вегета-цион. пе-риод	Годовой			
1. Пяндж	18926	25163	111000	1416	+23747
2. Вахш	16422	20590	274000	2952	+17638
3. Кафирниган с приток.	4477	6000	115000	1368	+4632
4. Каратаг	495	668	34000	408	+511
5. Ширкент	223	251			
6. Ходжа-бакирган	245	322	78000	780	-374
7. Исфара (площадь в границах Тадж ССР)	306	445	28000	280	+165
8. Зеравшан (площадь в границах Тадж ССР)	—	5280	24000	288	+5000

использован без крупных работ по регулированию стока этих рек, ибо распределение расходов по месяцам года крайне неравномерно и не вяжется с потребностями ирригации.

Водные ресурсы р. Ходжа-Бакирган совершенно недостаточны для орошения имеющихся здесь площадей даже при условии регулирования стока. Поэтому разрешение ирригационной проблемы здесь должно идти как по линии уменьшения гидромодуля, так и по линии дополнительного питания ирригационной сети из бассейна другой реки, в данном случае из р. Сыр-дарьи.

Если эти строки заставят обратить внимание соответствующих организаций на богатство ирригационных и гидроэнергетических возможностей Таджикистана, автор будет считать свою задачу выполненной.

Как всякое первое начинание, настоящая статья безусловно будет требовать многих уточнений, дополнений и прочих исправлений, могущих выявиться при проработке этого вопроса рядом организаций или отдельных лиц, тем более, что автор не претендует на исчерпывающую точность и полноту приводимых им сведений.

Вероятные среднемесячные расходы воды по притокам Пянджа и по реке Пяндж в м³/сек.

Месяцы	Грунт перед устьем реки Шах дара	Р. Кизыл-су пост. Уч-тепе до слияния с Ях-су	Р. Ях-су, пост. Ханабадский	Устье р. Пяндж
1	2	3	4	5
I	32,10	5,90	8,30	365,0
II	33,0	17,0	22,00	388,0
III	41,2	27,0	38,00	465,0
IV	73,4	35,00	56,00	755,0
V	118,2	29,00	42,00	1302,0
VI	182,0	12,5	18,00	1860,0
VII	207,0	4,8	6,50	2120,0
VIII	182,0	3,2	4,80	1820,0
IX	110,0	4,0	5,90	1222,0
X	51,3	5,8	7,50	607,0
XI	36,6	7,4	10,00	450,0
XII	33,0	12,0	15,00	403,0
Средн. многол.	91,7	13,50	19,80	980,0

Средне-декадные и средне-месячные расходы воды р. Вахш и части его притоков в м³/сек.

М.цм	Декады	Река Вахш		Мук-су в устье	Кызыл- су в устье	Сурх-об в устье	Хингоу в устье
		Пост Сар- бандский	Пост Тут- каульский				
1	2	3	4	5	6	7	8
I	I	215	167				
	II	211	167				
	III	212	156				
	Сред.	212	164	27,0	44,81	107	38,5
II	I	211	164				
	II	219	165				
	III	229	165				
	Сред.	220	165	27,7	46,0	110	39,6
III	I	239	187				
	II	270	215				
	III	324	272				
	Сред.	276	225	34,6	57,6	137	49,5
IV	I	365	345				
	II	487	404				
	III	591	551				
	Сред.	481	434	61,6	102,0	244	88,0
V	I	684	560				
	II	734	583				
	III	935	926				
	Сред.	784	704	99,0	165,0	396	143,0
VI	I	1085	840				
	II	1227	1254				
	III	1290	1551				
	Сред.	1204	1250	153,0	255,0	610	219,0
VII	I	1258	1689				
	II	1422	1953				
	III	1438	1919				
	Сред.	1372	1855	174,0	290,0	695	249,0
VIII	I	1315	1587				
	II	1194	1672				
	III	1110	1304				
	Сред.	1206	1518	154,0	255,0	611	219,0
IX	I	911	826				
	II	733	718				
	III	552	522				
	Сред.	732	689	92,5	154,0	368	132,0
X	I	399	528				
	II	324	357				
	III	288	267				
	Сред.	337	383	43,2	71,8	171	61,6
XI	I	270	242				
	II	245	235				
	III	233	230				
	Сред.	249	235	30,8	51,2	122	44,0
XII	I	224	211				
	II	211	195				
	III	211	182				
	Сред.	215	196	27,7	46,0	110	39,6
	Средне-мно- голетний*	609,33	667	77,0	128,0	305	110,0

**Средне-декадные многолетние расходы воды рек бассейна
Кафирнигана в м³/сек.**

Месяцы	Декады	Река Кафирниган		Река Вар- зоб, пост Динавак.	Река Хана- ка, пост Арбабин- ский	Р. Илик, пост Науабал боло
		Пост Даш- тибетск.	Пост Тарки (Кабалиан)			
1	2	3	4	5	6	7
I	I	27,4	62,4	11,50	2,37	1,50
	II	27,2	58,9	11,10	3,29	1,50
	III	27,0	61,0	11,70	3,60	2,30
	Сред.	27,2	60,75	11,26	3,05	1,80
II	I	26,70	59,2	11,27	5,40	4,90
	II	27,40	60,75	15,21	5,67	4,60
	III	31,00	85,4	13,61	6,43	3,40
	Сред.	28,36	68,5	13,06	6,23	4,30
III	I	42,60	121,6	16,01	6,10	5,20
	II	73,25	185,0	20,80	10,70	6,30
	III	93,00	236,0	29,60	17,55	4,70
	Сред.	68,71	180,86	22,16	13,20	5,00
IV	I	108,00	223,0	41,50	18,80	7,20
	II	158,50	300,0	55,70	27,40	6,30
	III	219,70	434,0	85,00	23,80	6,50
	Сред.	162,0	319,0	60,73	23,30	6,66
V	I	250,00	439,0	84,8	27,30	14,30
	II	256,00	389,0	87,5	24,70	9,40
	III	276,0	425,0	111,0	23,40	6,00
	Сред.	261,0	417,0	94,4	25,10	9,60
VI	I	290,0	520,0	110,0	21,50	3,20
	II	291,0	524,0	114,0	24,30	3,00
	III	249,0	417,0	131,0	23,40	1,40
	Сред.	277,0	487,0	118,3	23,10	2,53
VII	I	264,0	463,0	119,4	22,70	1,05
	II	248,0	474,0	113,4	21,45	0,80
	III	186,0	353,0	86,2	15,50	0,50
	Сред.	232,0	430,0	106,3	20,00	0,80
VIII	I	147,5	262,0	73,5	11,60	0,50
	II	116,5	187,5	64,0	10,00	0,55
	III	95,6	148,0	52,0	9,25	0,48
	Сред.	120,0	199,0	63,3	10,30	0,50
IX	I	73,5	124,0	38,4	8,25	0,65
	II	61,0	105,0	32,0	7,65	0,95
	III	49,0	82,5	25,4	7,05	1,20
	Сред.	61,2	104,0	32,0	7,66	0,93
X	I	44,5	74,2	18,67	3,88	1,50
	II	37,2	67,0	15,34	3,80	1,75
	III	32,8	59,6	13,50	3,20	1,50
	Сред.	38,2	66,7	15,50	3,62	1,60
XI	I	29,80	56,5	14,40	2,45	1,90
	II	28,70	51,5	11,90	2,70	6,20
	III	29,30	55,0	12,53	3,14	4,80
	Сред.	29,25	54,3	12,90	2,76	4,30
XII	I	28,4	58,0	14,10	2,73	2,20
	II	27,8	56,0	11,73	3,02	2,35
	III	28,0	59,0	12,60	2,64	1,90
	Сред.	28,1	22,8	12,80	2,80	2,15
Средн. мно- голетний		111,14	208,0	46,84	11,76	3,35

Таблица
средне-декадных многолетних расходов воды по рекам Каратаг
и Ширкенд в м³/сек.

Месяцы	Средн. декад.	Река Каратаг, пост Каратагский	Р. Ширкенд, пост Дабевакский
1	2	3	4
Январь	I	5,21	2,40
	II	5,19	2,35
	III	5,04	2,50
	Сред.	5,15	2,40
Февраль	I	5,82	3,00
	II	5,92	3,20
	III	7,50	4,80
	Сред.	6,00	3,80
Март	I	8,00	4,00
	II	11,38	3,90
	III	14,67	4,90
	Сред.	11,35	4,30
Апрель	I	20,40	8,0
	II	29,60	10,60
	III	39,40	12,40
	Сред.	29,80	10,30
Май	I	44,55	14,20
	II	42,65	23,40
	III	51,85	26,80
	Сред.	46,35	21,40
Июнь	I	61,55	35,40
	II	62,60	31,0
	III	64,55	24,50
	Сред.	62,90	30,30
Июль	I	57,80	15,40
	II	58,40	13,00
	III	46,50	11,50
	Сред.	43,70	13,30
Август	I	36,10	8,80
	II	28,65	7,60
	III	24,05	5,60
	Сред.	29,60	7,50
Сентябрь	I	16,85	4,60
	II	14,20	3,70
	III	10,80	3,50
	Сред.	13,95	4,00
Октябрь	I	8,16	2,20
	II	7,26	2,60
	III	6,30	2,00
	Сред.	7,24	2,30
Ноябрь	I	5,35	2,00
	II	5,11	2,10
	III	5,35	2,49
	Сред.	5,27	2,17
Декабрь	I	5,48	2,60
	II	5,26	2,10
	III	5,40	3,20
	Сред.	5,38	2,85
	Средне-годов. мно- голет.	23,00	8,83

Средне-декадные многолетние расходы воды р. Зеравшан и основных притоков в м³/сек.

Месяца	Декады	Искандер-дарья, пост. Ис-точный	Ягноб. пост. Так-фонский	Фан-дарья, пост. Зах.-мат-абад-ский	Зеравшан, пост. Зах.-мат-абад-ский	Кштут, пост. Кштут-ский	Зеравшан, пост. Ду-пулинский	Магнан-дарья, пост. Суджан-ский
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	I	4,13	7,80	14,8	17,6	3,71	42,6	3,86
	II	4,11	7,60	14,4	17,4	4,04	41,7	3,74
	III	3,82	6,90	13,3	16,6	3,88	39,2	3,78
	Сред.	4,02	7,42	14,1	17,2	3,88	41,2	3,78
II	I	3,68	6,40	12,6	16,4	3,63	37,8	3,78
	II	3,58	6,30	12,4	16,2	3,20	37,2	3,82
	III	3,51	5,60	11,2	15,6	3,27	34,8	3,85
	Сред.	3,60	6,40	12,1	16,1	3,37	36,7	3,82
III	I	3,49	6,00	11,9	15,9	3,43	36,1	3,96
	II	3,43	6,00	11,9	15,9	3,11	36,2	4,09
	III	3,60	6,80	13,2	16,6	3,75	39,1	4,46
	Сред.	3,51	6,28	12,4	16,2	3,44	37,2	4,17
IV	I	3,87	7,4	14,2	17,3	3,43	41,3	4,61
	II	4,76	10,0	18,2	19,7	4,11	50,1	5,19
	III	5,91	12,7	22,6	22,4	4,18	59,7	5,62
	Сред.	4,85	10,0	18,3	19,8	3,97	50,4	5,14
V	I	8,41	20,1	34,4	29,8	7,18	85,5	5,86
	II	11,4	29,9	50,2	40,5	8,28	120	7,01
	III	23,6	49,9	82,2	64,3	12,2	191	9,91
	Сред.	14,8	33,9	56,5	45,5	9,32	134	7,59
VI	I	39,0	75,4	123	988	15,4	280	12,14
	II	51,6	96,0	156	129	21,1	351	13,80
	III	64,0	96,2	183	158	21,4	411	14,68
	Сред.	51,5	89,2	154	129	19,3	348	13,54
VII	I	66,2	96,7	170	190	19,2	436	15,22
	II	72,7	88,4	167	240	18,9	497	16,21
	III	6,4	84,4	161	267	18,5	514	16,65
	Сред.	68,7	89,8	169	234	18,8	483	16,03
VIII	I	52,9	72,7	143	263	17,6	462	16,15
	II	50,4	50,0	105	247	13,5	421	14,83
	III	41,7	36,6	80	205	10,6	352	13,38
	Сред.	50,0	52,7	108	237	13,8	410	14,78
IX	I	30,7	32,0	70,9	149	10,7	260	12,23
	II	24,5	21,5	55,4	114	7,68	202	10,19
	III	17,4	18,6	42,3	82,8	7,25	151	9,16
	Сред.	24,2	25,3	56,2	115	8,54	204	10,19
X	I	12,5	16,4	37,4	59,1	7,17	112	8,48
	II	9,65	13,8	31,2	44,9	7,27	88,7	7,66
	III	7,76	12,5	28,1	34,6	6,24	71,7	6,97
	Сред.	9,90	14,3	32,1	45,8	6,87	90,0	7,70
XI	I	6,72	11,5	24,2	29,4	4,61	63,2	5,93
	II	5,98	9,90	21,8	26,2	4,23	57,9	5,63
	III	5,44	9,10	19,7	23,4	3,73	53,3	5,31
	Сред.	6,05	10,2	21,9	26,3	4,21	58,2	5,63
XII	I	5,08	8,50	18,3	21,5	3,62	50,3	5,01
	II	4,65	7,80	16,6	19,3	3,63	46,6	4,63
	III	4,37	7,50	15,7	19,5	3,70	44,6	4,26
	Сред.	4,67	8,02	16,8	20,1	3,65	47,0	4,63
Сред. год		20,6	29,5	56,2	77,3	8,29	162	8,08

Примечание: Расходы по Дупулинскому посту включают рас-
ходы и Магнан-дарьи.

Средне-месячные расходы воды р. Ходжа-бакирган
в м³/сек.
Пост Андранский

Месяцы	Средне-многолетний	Максим.	Миним.
I	4,78	5,76	3,21
II	4,27	5,32	3,07
III	3,97	4,76	3,24
IV	3,83	4,48	2,87
V	6,08	8,50	4,75
VI	16,10	23,68	12,58
VII	23,20	35,29	18,52
VIII	19,94	22,24	16,33
IX	11,65	14,50	8,77
X	7,61	10,08	6,18
XI	5,93	7,72	4,04
XII	5,05	6,08	3,73
Сред. год.	9,27	—	—

Пост Калачинский

Месяцы	Средний годово	Максим.	Миним.
I	5,24	6,23	3,58
II	4,72	5,87	3,43
III	4,40	5,26	3,61
IV	4,23	4,94	3,21
V	6,64	9,11	5,22
VI	17,37	25,50	13,61
VII	24,92	37,84	19,97
VIII	20,13	23,05	16,33
IX	11,75	14,50	10,23
X	8,29	10,93	6,76
XI	6,48	8,41	4,47
XII	5,55	6,65	4,13
Средний годово	9,98	—	—

Средне-месячные расходы по р. Ар-су в м³/сек.

Мес., год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сред. годов.
Средне-многолет.	24,80	23,60	22,00	20,00	33,50	50,00	63,00	60,00	37,00	30,00	24,8	26,5	34,6

Средне-месячные расходы воды р. Исфара в м³/сек, Пост Ташт-баруки

Месяцы	Средне-многолет-	Максим.	Миним.
I	9,51	16,3	3,9
II	8,26	16,4	3,25
III	8,27	16,2	2,86
IV	7,80	15,0	2,63
V	10,87	17,7	5,48
VI	20,82	31,4	13,32
VII	41,25	57,3	28,1
VIII	39,30	54,9	19,6
IX	22,76	50,5	12,3
X	13,78	21,0	7,02
XI	11,06	18,2	5,34
XII	19,58	16,90	4,36
Средне-годов	17,00	—	—

Месяцы	Средне- многолет- ний	Максим.	Миним.
--------	-----------------------------	---------	--------

Гост Раватский

I	11,60	—	—
II	10,10	—	—
III	10,5	—	—
IV	8,3	—	—
V	8,5	—	—
VI	19,3	—	—
VII	35,0	—	—
VIII	42,0	—	—
IX	19,0	—	—
X	12,50	—	—
XI	10,30	—	—
XII	10,0	—	—
Средне-годов	16,43	—	—

Джиликуль-кафырский быстроток (Вахш)

(В порядке обсуждения)

1. Модельные исследования быстROTOКОВ повышенной шероховатости производились¹ в гидравлической лаборатории С а н и и р и. При исследованиях были испытаны различные типы шероховатостей—шашки, планки, зубья, по течению и против течения и др. Этот последний тип шероховатости и осуществлен Вахшстроем, в частности на быстротокe на 132-м пикете Джиликуль-кафырской ветви. Некоторые неясности, возникающие при масштабировании и переносе результатов модельных испытаний в натуре, при постройке сооружений подобного типа заставляют желать (в частности, проектирующие организации, например, С а о г и д э п) скорейшего получения данных о работе сооружений в натуре.

В 1934 и 1935 г. были произведены наблюдения на упомянутом Джиликуль-кафырском быстротокe (одном из выстроенных Вахшстроем). Очевидно, исследования работы других быстROTOКОВ повышенной шероховатости представляют не меньший интерес для получения более общих данных.

2. Исследования были произведены² при трех различных расходах воды по быстротокy, причем все они меньше запроектированного максимального. Уклон быстротокy придан $i = 0,17$, ширина по дну $b = 4,00$ м; ширина на высоте гребня зубца $b = 4,40$ м; высота зубца „против течения“ $h = 0,20$, коэф откоса лотка $m = 1$. Перед входом в лоток устроен затвор с двумя плоскими железными щитами. За щитами имеется горизонтальный участок прямоугольного поперечного сечения длиной около 4 м. Зубья начинаются сразу же за горизонтальным участком, в начале наклонной части лотка и имеют одинаковые размеры по всей длине (около 38 м) быстротокa, с расстоянием между гребнями зубьев $\lambda = 0,90$ м. Борта гладкие. Разность отметок горизонтов воды перед щитами и в нижнем бьефе быстротокa была равна около 7,5 м.

Измерения расходов воды производились на гидропосту сразу за быстротокom. На быстротокe наблюдались скорости движения по-

¹ См. «Социалистическое водопользование» за 1932 г., статья инж. Е. А. Герке, «Гидротехнические сооружения», т. 1; проф., Е. А. Замарин, «Коэффициенты шероховатости искусственных ирригационных сооружений в Ср. Азии», Сборник № 21 трудов С а н и и р и и друг. Опыты производились в 1931 году, в связи с проектированием Сазгироводом гидротехнических сооружений для Вахшстроя и по его заданию. В проведении опытов участвовал инж. С. Н. Оболенский.

² Наблюдения произведены ст. техником Д. Д. Китовым по специально разработанной нами программе.

плавков, производились промеры колебаний горизонтов воды, при чем фиксировались наибольшие взлеты струй и понижения (отдельные брызги во внимание не принимались). Кроме того, производились измерения аэрации, для чего был избран метод сравнения объемов, именно, сравнивались объемы вылитой в мензурку воды из батометра Жуковского проб, взятых в спокойной воде и на лотке быстротока. Общий вид быстротока в 1934 г. представлен на рис. 1.

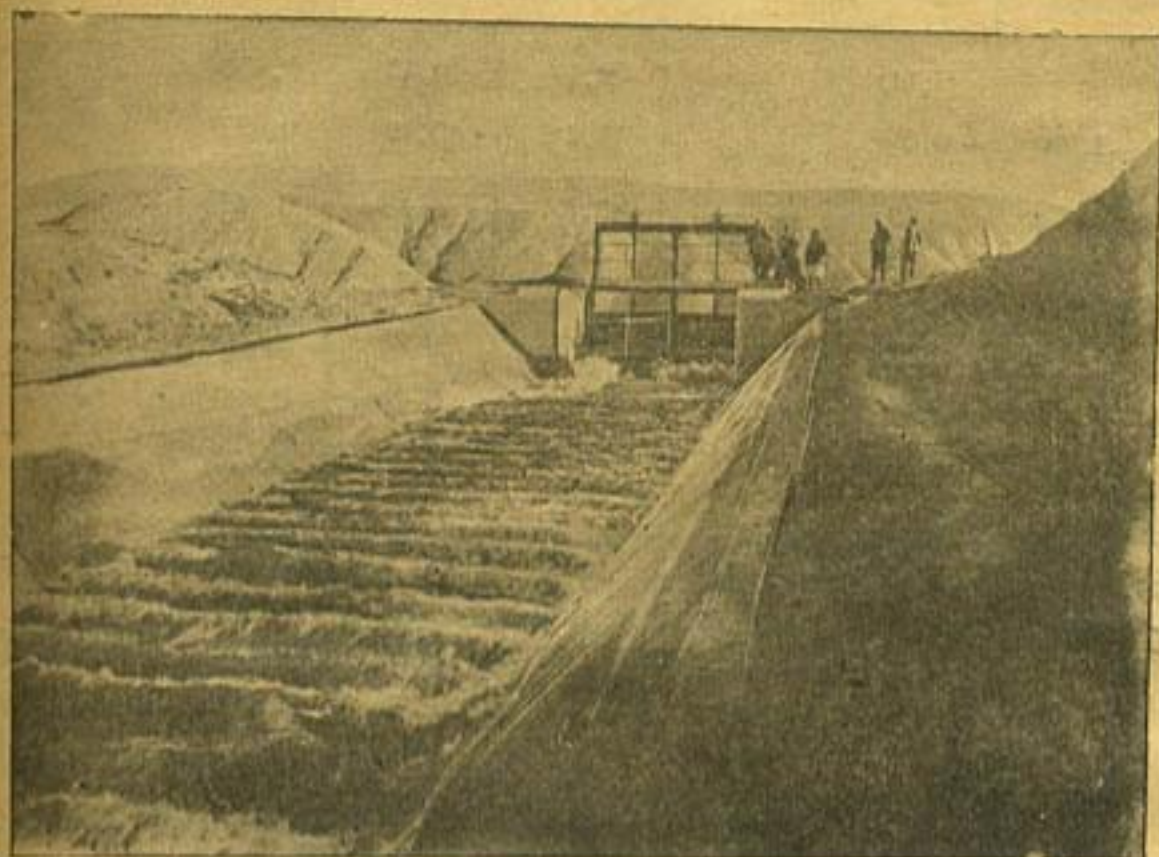


Рис. 1.

Результаты измерений сведены в таблицу 1.

Таблица 1

№	Дата	Q м³/сек	Открытие щитов		Ско- рость за щитом	Скорость поплавка		Аэрация			Глубины		
			лев.	прав.		число набл.	м/с	число проб.	%%	С	макс	мин.	скор
1	22.XII-34 г.	1,28	0,08	0,11	5,3	8	2,1	3	9,4	0,20	—	0,14	
2	21.XII-34 г.	2,60	0,21	0,23	4,8	5	3,0	—	—	0,30	—	0,19	
3	2.VIII-35 г.	7,43	0,63	0,66	4,2	5	5,0	7	3,1	0,48	0,29	0,32	

Примечание: Коэффициент расхода щитовых отверстий определен равным $\mu \approx 0,60$. Скорость поплавков и процент воздухомышения показаны средними арифметическими из наблюдений. Глубины исчислены средними над линией гребней зубцов. Последний столбец дает значения глубин, исчисленных по замерам скорости поплавка. Поплавки были сделаны из кусков досок размером $20 \times 30 \times 5$ см. Скорость наблюдалась на длине около 32 метров в средней части быстротока. Кроме того, для последнего расхода были исследованы поплавки из снопов камыша, при чем скорость их была несколько большей, около 5,4 м/сек, на длине участка длиной около 24 м.

3. Исходя из приведенных выше основных данных, подсчитываем величины коэффициентов шероховатости, пользуясь формулой

Шези $v = C \sqrt{Ri}$, при чем коэффициент Шези C учитываем по формуле

Маннинга $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ (а)

В результате подсчетов, получаем данные, сведенные в таблице 2.

Таблица 2

Q	h	ΔH	v	R	n	$\frac{\Delta h}{h} \%$
1,28	0,14	0,06	2,1	0,13	0,050	43
	0,20		1,4	0,19	0,097	30
2,60	0,19	0,11	3,0	0,18	0,041	58
	0,30		1,8	0,27	0,094	37
7,43	0,32	0,19	3,0	0,28	0,036	—
	0,29		5,4	0,26	0,030	65
	0,48		3,2	0,40	0,070	40

Построенный на основе этой таблицы график (см. рис. 2) показывает, что с увеличением расхода Q коэффициент шероховатости падает (сравните результаты исследований Янги-даргомского быстрого потока повышенной шероховатости — см. Сборник № 21 трудов Санири).

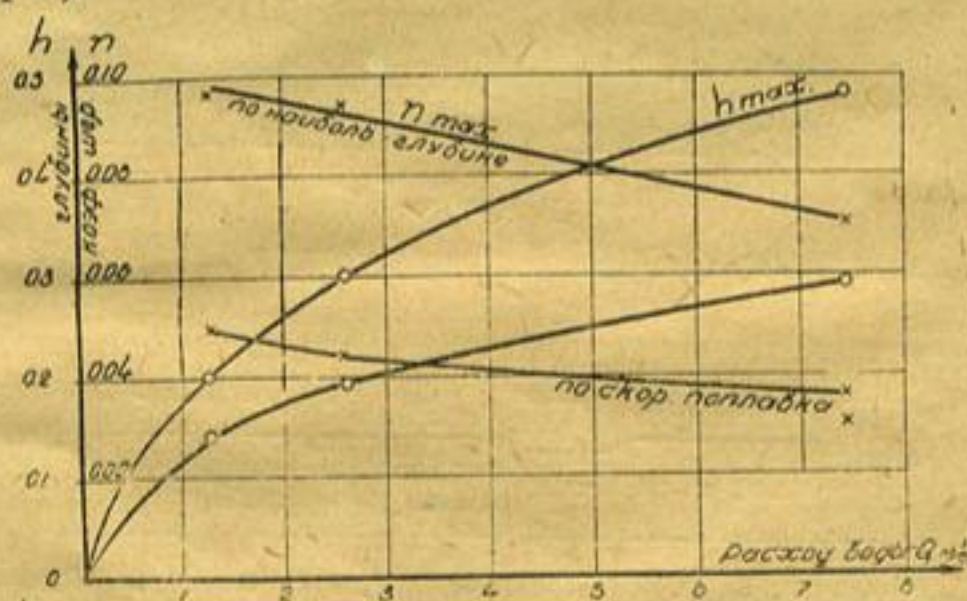


Рис. 2.

4. В курсе гидротехнических сооружений проф. Е. А. Замарин дает следующую табличку, рекомендованную им на основе лабораторных опытов (Ак-газинский быстрый ток) для зубцов высотой $z = 15$ см.

$\frac{1}{\%}$	6	9	12
2	0,0315	0,0340	0,0345
5	0,0375	0,0400	0,0405
12	0,0440	0,0460	0,0470

Интерполируя в пределах указанных ширин и экстраполируя, получаем для $i = 17\%$ при $b = 4,40$ значение $n_{\text{таб.}} = 0,040$. Пользуясь приемом проф. Замарина для учета высоты зуба, имеем для $\delta = 20$ см

$$n = n_{\text{таб.}} \sqrt[6]{\frac{20}{15}} = 0,042$$

Эта величина соответствует указанным проф. Замариным пределами значений глубины от $3 \delta < h < 5,5 \delta$, т. е. от $h = 0,60$ до $h = 1,10$ м. Учитывая указание проф. Замарина, вводим поправку $\pm 10\%$ на возможные неточности. Тогда имеем

$$n = \text{от } 0,038 \text{ до } 0,046$$

5. Используя те же опытные лабораторные исследования модели Ак-газинского быстротока при зубах против течения и применяя метод, изложенный в упомянутом выше сборнике², получаем следующие данные:

Считаем коэффициент шероховатости гладких стенок равным $n_1 = 0,010$, применяем формулу академика Павловского

$$n = \sqrt{\frac{n_1^2 + an_2^2}{1+a}} \dots \dots \dots (1)$$

где $n_1 = 0,010$;

n_2 — коэфф. шероховатости ребристого дна;

$a = \chi_2 : \chi_1$; $\chi_2 = b$;

χ_1 — длина смоченной части гладких стенок.

Значения n_2 приводим³ в таблице 3.

Значения n_2 для высоты зуба $\delta = 1,2$ см.

Таблица 3

Уклон i %	6	10	12	17	Примечание
Глубина над зубом					Последний столбец получен экстраполиров.
$h = 1,2$ см	0,009	0,012	0,013	0,020	
$h = 7,2$ см	0,025	0,027	0,028	0,031	

Подсчитывая по формуле (1) значение n , проверим их на основе опытных лабораторных данных для больших зубцов ($\delta = 2$ см.).

Вычисления сводим в таблицу 4.

Внося поправку в $\pm 10\%$, аналогично предыдущему, для последних двух цифр таблицы 4 получим вероятное значение коэффициент шероховатости построенного Вахшстроем быстротока в пределах —

от 0,029 до 0,035 при $h = 0,20$ м

от 0,043 до 0,053 при $h = 1,20$ м.

Считаем интересным привести здесь еще подсчеты по формуле:

$$K = A + 10 \sqrt[9]{\beta - 1.33 \alpha} \dots \dots \dots (2)$$

приведенной в статье „Küntliche Rauhigkeit“ проф. Е. А. Замариным⁴.

¹ См. там же стр. 90.

² См. Труды Сан и ири, выпуск № 21.

³ Получены на основе анализа материалов лабораторных опытов.

⁴ См. журн. „Wasserkraft und Wasserwirtschaft“ № 4, 1935 г. См. также „Научные записки“ М. И. И. В. Х.

Уклон i %	Ширина в см	Из опыта				По вычислениям						Примечание
		$\delta = 1,2$		2		1,2		2		20 см		
		$h = 1,2$	7,2	2,0	12,0	1,2	7,2	2,0	12,0	20,0	120,0	
6	18	—	—	—	—	9	20	10	21	14	31	Во время опытов отношения между гребнем зубцов к высоте зуба было равно $\frac{\lambda}{\delta} = 6$ для исследования в натуре быстроготока это отношение равно $\frac{\lambda}{\delta} = \frac{99}{20} = 4,5$ В последней строке таблицы вычисления сделаны для трапецидального сечения, в остальных случаях для прямоугольного сечения потока. Сравнение вычисленных и наблюдаемых значений коэффициентов шероховатости показывает их достаточную близость, как для $\delta = 1,2$, так и для $\delta = 2$ см.
	24	9	22	16	20	9	21	10	22	15	33	
	30	—	—	12	26	9	21	10	23	15	34	
	440	—	—	—	—	9	25	10	27	15	39	
10	18	11	22	—	—	12	21	13	23	19	34	
	24	9	22	18	22	12	22	13	24	19	35	
	30	14	26	20	26	12	23	13	25	19	37	
	440	—	—	—	—	12	27	13	29	19	43	
12	18	—	—	—	—	13	22	14	24	20	35	
	24	11	22	—	—	13	23	14	25	20	37	
	30	—	—	—	—	13	24	14	26	20	38	
	440	—	—	—	—	13	28	14	30	21	44	
17	18	—	—	—	—	19	24	21	26	31	36	
	24	—	—	—	—	19	25	21	27	31	40	
	30	—	—	—	—	19	26	21	28	31	42	
	440	—	—	—	—	19	31	22	33	32	49	
	440	—	—	—	—	20	30	22	33	32	48	

$$\text{Здесь } K = \frac{1000}{C} ; C = \frac{R^{1/6}}{n} ; \alpha = \frac{h}{\delta} ; \beta = \frac{b}{\delta}$$

δ — высота зуба (против течения);

h — глубина над зубом;

b — ширина лотка для α в пределах от $\alpha = 3$ до $\alpha = 7$, т. е. (при $\delta = 20$ см.) h от $= 60$ до $1,4$ м.

Подсчеты значений коэффициентов шероховатости n сводим в таблицу 5.

Таблица 5

%	A	$h = 0,6$	0,8	1,0	1,2	Примечание
6	33	0,0369	0,0368	0,0364	0,0357	Таблица подсчитана при $b = 4,4$ м и $\delta = 0,2$ м. Нижняя строка получена на основе графической экстраполяции. Значение A для первых трех строк взято по Е. А. Замарину.
9	36	0,0395	0,0395	0,0392	0,0386	
12	38	0,0413	0,0413	0,0411	0,0406	
17	—	0,0438	0,0439	0,0437	0,0433	

7. Приведенные в предыдущих пунктах подсчеты нанесены на рис. 3.

Сопоставление результатов приводит к следующим основным выводам.

1. Произведенные исследования показывают, что на быстротоках с повышенной шероховатостью наблюдается значительная разница между максимальной и минимальной глубинами.

Аэрация, т. е. содержание пузырьков воздуха в воде сравнительно не велика (до 10%) и уменьшается с увеличением расхода воды (см. табл. 1). Колебание же поверхности и наличие гребней дают значительную разницу в отметках горизонтов свободной поверхности над

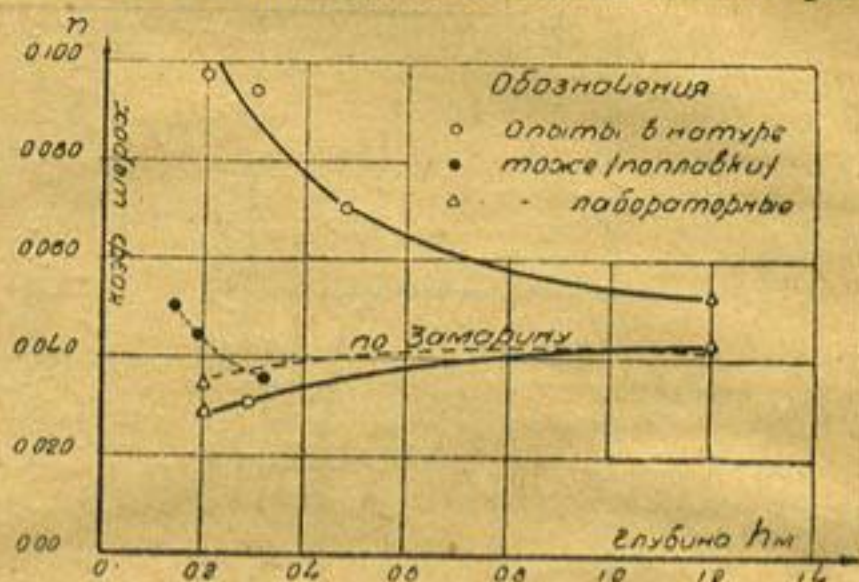


Рис. 3.

линией гребней зубцов; максимальная глубина больше минимальной при исследованных расходах на 43 — 65% по отношению к минимальной глубине, при чем это увеличение возрастает с увеличением расхода в пределах исследований (см. табл. 2).

2. Наличие двух глубин следует учитывать путем введения в расчеты двух величин коэффициента шероховатости. График рис. 3 показывает, что числовые значения коэффициента шероховатости особенно сильно разнятся при малых расходах (т. е. при малых глубинах). При увеличении расхода различие сглаживается.

Направление указанных кривых позволяет считать, что для $h : \delta = \alpha$ от 3 до 7 (т. е. для исследованного быстротока при h от 0,6 до 1,4). Значение коэффициент шероховатости приближается к подсчетам по формуле проф. Е. А. Замарина, дающей в общем несколько преуменьшенные значения при зубьях с острыми гребнями. Для этой зоны оправдываются, повидимому, в достаточной для практики мере, приемы моделирования.

Для зоны же с малыми глубинами при опытах на моделях не зафиксировано столь больших колебаний горизонтов¹, как это обнаружено в натуре, и модельные данные дают значения коэффициента шероховатости, близкие к наименьшим.

Наибольшие скорости наблюдаются при наименьших глубинах; поэтому расчетное значение коэффициента шероховатости для подсчета наибольшей скорости можно рекомендовать исчислять по формуле проф. Е. А. Замарина, или уменьшая полученные по этой формуле величины на $\approx 5\%$, предполагая, что исследований одного лишь выстроенного сооружения еще не вполне достаточно для более определенного вывода.

При расчетах наибольшего исполнения следует вводить в расчет значение коэффициента шероховатости, превышающие получаемые по формуле Е. А. Замарина приблизительно на 10—20%, оставляя, кроме того, обычный запас в бортах для локализации вредного влияния на бермы брызг и водяной пыли.

¹ Возможно, что при опытах на это не было обращено достаточного внимания.

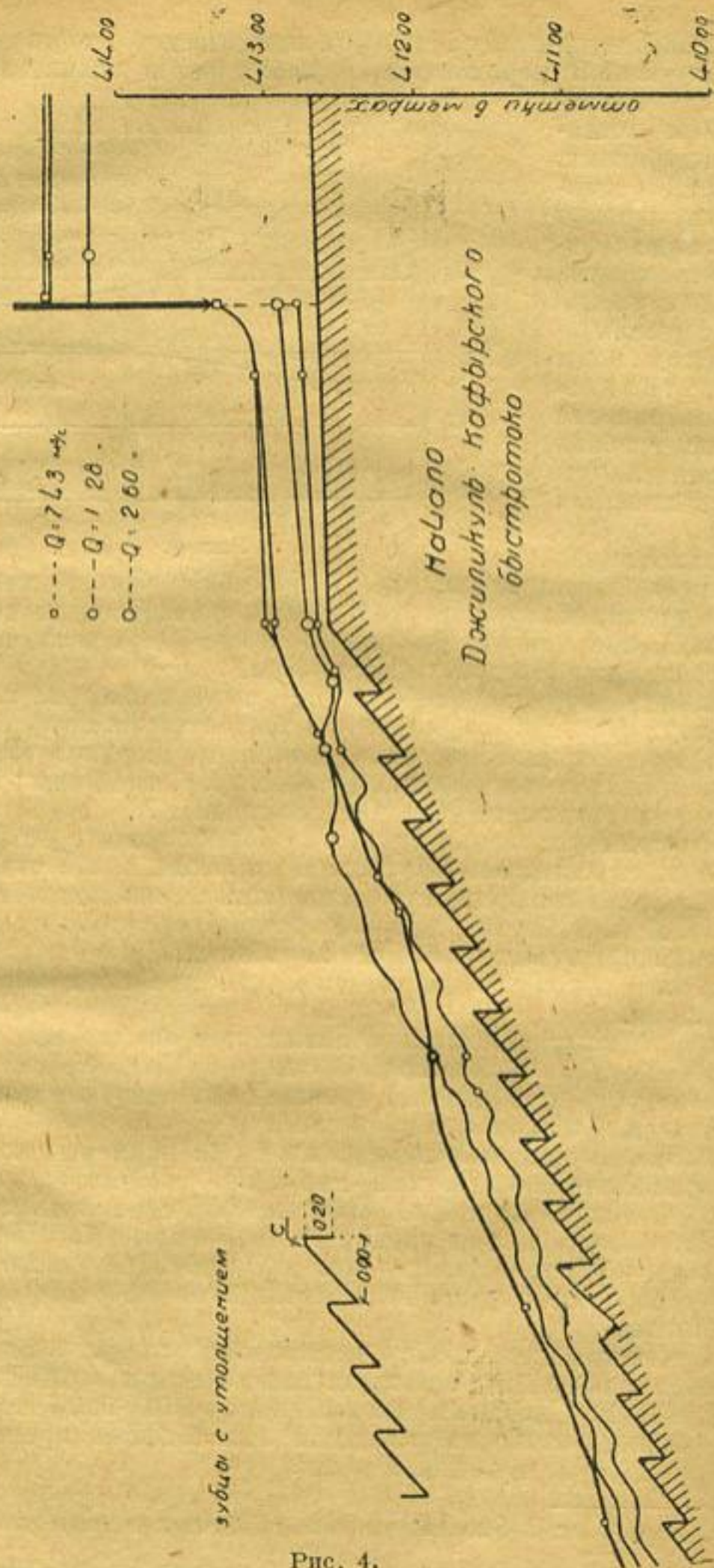


Рис. 4.

3. Специально следует отметить, что все предыдущее относится к условиям равномерного режима в средней части лотка быстрого течения. Особому расчету должны подвергаться входная и выходная части быстротоков.

При отсутствии затворов у входа на быстроток в верхней части лотка наблюдается меньшая скорость и наблюдается кривая спада (см. Труды Санири № 21). При наличии же щитов наблюдаемые кривые свободной поверхности видны на рис. 4. Как видно из этого рис. и из табл. 1, скорости входа могут значительно превышать скорость равномерного движения на быстротоке, что приводит к особой пенности потока и необходимости увеличения запаса в бортах.

При большей ширине лотка может потребоваться устройство входа с двумя, как в данном случае, или многими щитами. В этом случае должно быть поставлено обязательство их симметричной работы при эксплуатации, в противном случае появляются боковые составляющие скоростей и выплескивания; так как возможны аварийные повреждения какого-либо из щитов, то предпочтительнее в больших сооружениях либо делать продольные стенки по лотку, либо устраивать специальный колодец сразу же за щитами перед наклонной частью быстрого течения¹.

4. При больших скоростях на быстротоке необходимо учитывать влияние и состав наносов, а также предстоящий износ зубьев, который снизит значение коэффициента шероховатости.

С этой точки зрения целесообразно устраивать зубья „по течению“, либо для получения более высоких коэффициентов шероховатости, пользоваться зубьями против течения, скругляя острую грань ребра, как показано на рис. 4, сверху. Очевидно, в этом случае значения коэффициента шероховатости будут несколько ниже наблюдаемых и приведенных выше.

5. Применение повышенной шероховатости на лотке не устраняет необходимости надлежащего расчета выхода из сооружения. Здесь полезно применить гребенчатый трамплин.

Очевидно, необходимо при выходе из быстрого течения в нижний бьеф (при выходе в канал) иметь скорости и их распределение по сечению, допустимыми для грунтов в районе постройки (т. е. необходимо рассчитывать водобойный колодец и устраивать надлежащую рисберму).

6. Необходимо продолжить исследования в натуре выстроенных быстротоков с повышенной шероховатостью как в целях дальнейшего изучения гидравлических явлений и уточнения принятых расчетов, так, в особенности, за деформацией сооружения и срока службы зубцов различной конструкции, в различных условиях, а также всего сооружения в целом.

¹ Оба варианта прорабатываются в настоящее время в Санири на модели лотка нормальной шероховатости водосброса Ташкентской плотины.

Модельные испытания противошуговых мероприятий в голове арыка Салар

§ 1. Цель испытаний

В феврале 1935 года комиссия из представителей Чирпрасиса, Санири и Узэнерго, осмотрев головное сооружение Салара, вынесла следующее решение: «Просить Санири произвести модельное испытание противошуговых мероприятий в голове Салара и на основе лабораторных исследований выработать мероприятия, которые должны обеспечить нормальную работу головы Салара в зимний период».

Согласно договора от 13. V—1935 г. между Санири и Чирпрасисом, первый принял на себя исследование модели Саларского головного сооружения.

Некоторые данные по кан. Боз-су

В 1926 году сдана в эксплуатацию Бозсуйская ГЭС. Станция использует перепад 12 м, с общей мощностью 3300 кв. Вследствие подъема горизонта воды на 13 м образовался подпор, который распространился вверх на 7 км и вызвал заиление русла от ГЭС в пределах подпора.

В настоящий момент озеро заилилось на 85% от первоначального своего объема, но бытовой режим на участке от ГЭС до г. Салара еще не установился. Указанное явление отрицательно отражается на работе станции в зимний период. Для создания бытового режима необходимы регулировочные работы в подводящем участке к ГЭС. Канал Салар, имевший до постройки Боз-су ГЭС чисто ирригационное значение, имел головное сооружение местного типа. В связи же с пуском ГЭС он приобрел значение контрольного сброса-регулятора, вследствие чего было построено сооружение инженерного типа с двумя донными отверстиями с пропускной способностью 20 м³/сек.

Расстояние от Боз-су ГЭС до головы Салара 5750 м, следовательно, сооружение всегда находится в зоне подпора от ГЭС. На основании теоретического подсчета после заиления озера ГЭС дно в районе головы Салара должно подняться на ∞ 2 м, но положение дна в районе головы Салара за время с 1926 г. по 1935 г. изменилось незначительно, в среднем 0,2 м, что видно из рисунка 2, если не считать местных деформаций дна от заторов, которые, по данным

Санири, незначительны, так, от затора 20. VII 1932 г. дно русла Боз-су в створе Санири размылось на 1, 20 м при толщине слоя шуги в заторе до 4 м.

Канал Боз-су выше головы Салара делает две петли. Первая петля находится выше головы Салара на 400 м и образует здесь весьма резкий поворот течения Боз-су. В результате поворота на кривой образуется движение воды с водоворотами.

Следующая петля находится у головы Салара, здесь Боз-су ниже кривой расширяет свое русло и у самого сооружения делает следующий поворот (см. рис 1.)

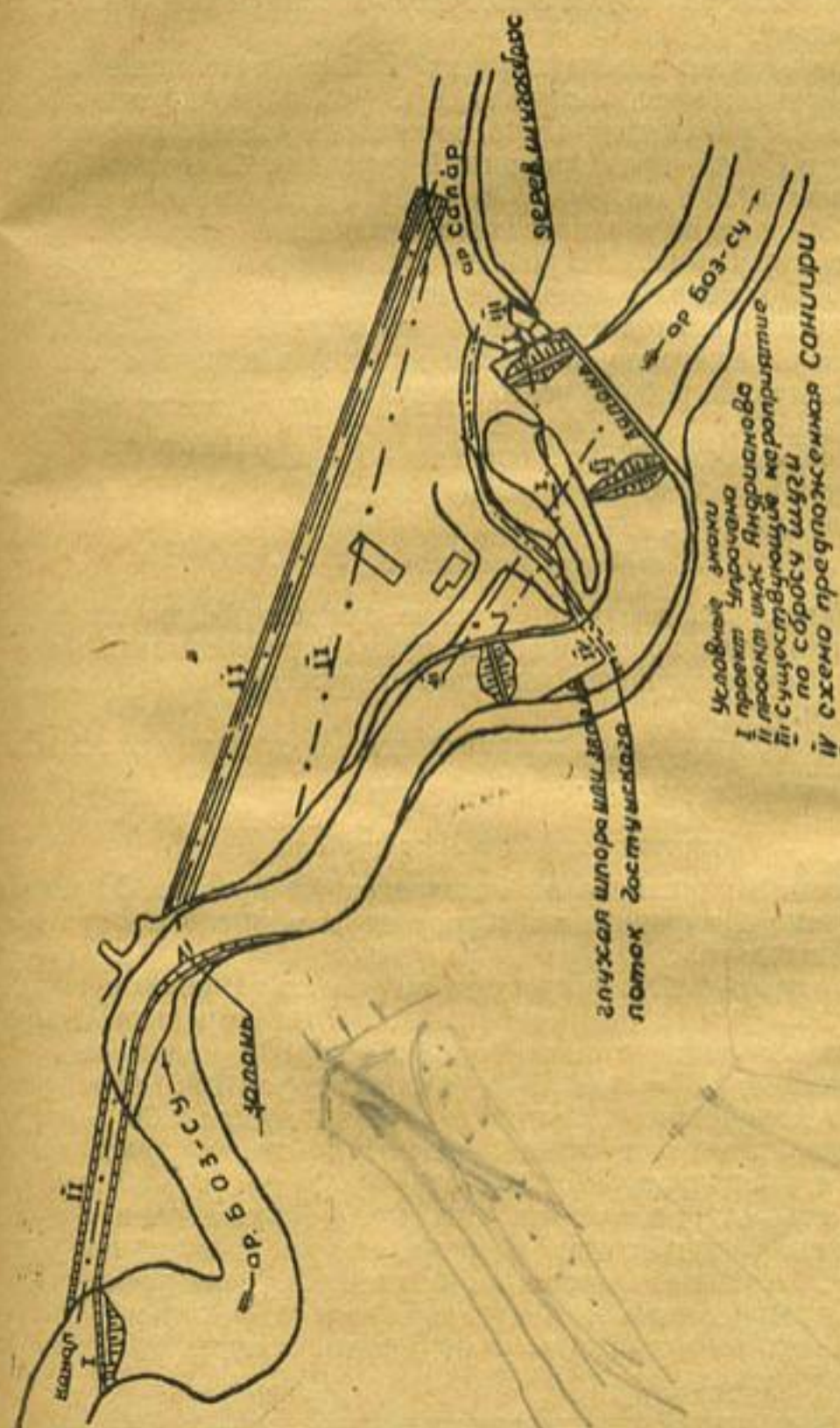


Рис. 1. Схематический план канала Боз-су в районе Саларского головного сооружения с показанием существующих (проектных) и предложенных Санири и противоположных мероприятий.

На участке от верхнего поворота до головы Салара поперечное сечение русла имеет неправильную форму и, следовательно, имеется местное изменение поверхностных скоростей, которые колеблются от 0,70 до 1,40 м/сек. Дно русла Боз-су в районе головы Салара состоит из шиха, прикрытого сверху слоем галечника и песка толщиной до 1,5 м¹.

Краткие сведения о зимнем режиме канала Боз-су

Зимний режим канала Боз-су зависит от зимнего режима р. Чирчик; шуга и лед, образовавшиеся в р. Чирчик, на сбросном сооружении Юмалак-тепе с помощью двойного ряда запоней отбиваются в сбросное сооружение, но часть шуги подныривает под запони и попадает в отверстие канала Боз-су.

Между Юмалак-тепе и головой арыка Салар (расстояние между ними ≈ 25 км) образуются местная шуга и лед. Чтобы не допускать шугу и лед в „озеро“ ГЭС, у головы Салара поставлены запони, которые отбивают шугу и лед в Салар через временный деревянный шуговой сброс, построенный осенью 1926 года. До 1928 г. шуга искусственно направлялась в озеро ГЭС и забивала последнее, вследствие чего ГЭС работала с большими перебоями. Устройство временного шугосброса несколько улучшило положение борьбы с шугой, но и по сие время в голове Салара в зимний период положение исключительно неблагоприятное, заторы бывают ежегодно по несколько раз в зимний сезон, что болезненно отражается на работе всего Бозсуйского тракта и нормальной работе Боз-су ГЭС.

Начиная с 1928 г. по 1935 г., составлено два проекта по улучшению отбоя шуги в голове Салара. Сущность проекта (см. рис 1) заключается в следующем.

1. Проект Упращана

За первой излучиной, полученной выше существующего головного сооружения, устраивается новое. От него идет бетонированный канал, который выходит в существующее головное сооружение Салара и оканчивается последним.

Шуга в новое сооружение направляется при помощи запоней. Стоимость проекта ≈ 500.000 руб.

2. Проект инженера Андрианова

По идее проект Андрианова не отличается от проекта Упращана. В нем предусмотрено 4 варианта по сбросу шуги в русло Салара с помощью обводных каналов.

Шуга в обводный канал также направляется запонью с оголовком обычного типа. Только один вариант (верхний) прсекта Андрианова радикально разрешит вопрос борьбы с шугой, забирая ее в бытовом состоянии ($v_{\text{нов.}} = 1,40$ м/с—полная гарантия, что заторов не будет), но вследствие большой стоимости его ($\approx 1.000.000$ руб. лей) этот вариант является неприемлемым. Стоимость каждого из трех остальных вариантов колеблется от 500.000 до 700.000 рублей.

Исходя из того, что оставлять головное сооружение в том виде, как оно находится в настоящее время, и при том значении, которое приобрел Бозсуйский тракт в обеспечении электроэнергией промышленных предприятий г. Ташкента, нельзя, в голове Салара необходимо наметить мероприятия, и надежные и в то же время доступные к осуществлению.

¹ Толщина слоя взята ориентировочно и определена в 1933 году во время закрытия канала Боз-су.

Целью поставленных исследований и является выработка этих мероприятий.

Одновременно с производством лабораторных исследований нами подобран некоторый материал по эксплуатации головы Салара и Боз-су ГЭС¹.

Указанный материал соответственно обработан и представлен в виде графика, характеризующего влияние работы головы Салара на Боз-су ГЭС.

Из анализа указанных графиков и имеющегося материала по зимнему режиму канала Боз-су можно сделать несколько выводов, необходимых в дальнейшем, а именно:

1. Все заторы, происшедшие в верхнем бьефе головы Салара можно разбить по месту образования их на две группы:

а) заторы, образовавшиеся у запони, составляют основную группу, к ним относятся заторы от 4-го и 20 января 1934 года, а также от 1 и 14 января 1935 года. Условия образования их следующие: шугоход от 20% и выше, сбросные расходы от 18% до 27%, от общего расхода к Боз-су и t° воздуха от -16° и ниже;

б) заторы, образовавшиеся в районе первой излучины (1 затор за два года). Указанный затор произошел при следующих условиях: шугоход 75%, t° воздуха -20°C .

2. Заторы перед головой Салара вызывают следующие изменения режима канала Боз-су:

а) подводящее русло от головы Салара до Боз-су ГЭС забивается шугой в четырех участках, вследствие чего уменьшается подача воды на станцию до $Q=10-15 \text{ м}^3/\text{сек.}$ и нормальный расход на станцию $Q=32-35 \text{ м}^3/\text{сек.}$;

б) вследствие забивки подводящего русла горизонт воды перед Саларом поднимается до катастрофических размеров (отсчет по рейке в верхнем бьефе 1,50, а нормальный горизонт 0,62), в результате чего приходится снижать расход в канале Боз-су, что крайне нежелательно.

3. Избежать заторов перед головой Салара при шугоходе $>75\%$ и существующем способе отбоя шуги невозможно.

§ 2. Программа испытаний и ее выполнение

В программу испытания Саларской модели входило следующее:

1. Испытания применяемых до настоящего времени мероприятий по сбросу шуги, заключающиеся в установлении в верхнем бьефе у Саларского головного сооружения запони и деревянного шугосброса, расположенного на линии щитов головного сооружения.

2. Испытание оголовка шугообводного канала с запонью в верхнем бьефе. Шугообводный канал располагается в начале косы у мыса левого берега (рис. 1).

3. Испытание вращающегося шугосбросного лотка конструкции инж. Гостунского со сбросом шуги в шугообводный канал.

Испытание существующих мероприятий по сбросу шуги произведено для установления подобия модели с натурой и возможности сравнения эффекта работы намеченных мероприятий.

¹ Эта работа была проведена для обоснования схемы мероприятий, а также вследствие разноречивых взглядов на работу головы Салара у работников Чирпрасиса и Боз-су ГЭС.

Испытание оголовка шугообводного канала с запонью в верхнем бьефе не производилось по следующей причине¹.

Анализ имеющихся материалов по наблюдению за работой шугосбросных сооружений как в натуре, так и на моделях (шугосбросов в плотине КГЭС, а также Юмалак-тепе, модельные испытания шугосбросов в напорном бассейне КГЭС по варианту инж. Вавилова, работающему по тому же принципу) показал их слабую эффективность.

Взамен исключенного пункта программы по предложению заказчика в программу испытаний вошел вопрос разработки эксплуатационных мероприятий при образовании затора перед лотком.

Испытание шугосбросного лотка конструкции инж. Гостунского производилось по двум этапам:

1-й этап: шугосбросный лоток установлен в створе пк 2 + 57 под углом в 43° к нему с устройством глухой шпоры длиной 1,35 м (в натуре 34 м), начинающейся от правого берега канала Боз-су и смыкающейся к правой опоре лотка.

2-й этап (предложен заказчиком)²: глухая шпора заменена простой козырьковой запонью длиной 1,55 м (39 м в натуре) и поперечной глухой шпорой, соединяющей правую опору лотка с берегом.

§ 3. Масштабирование и методика испытаний

Масштабирование

Масштаб модели принят в $\frac{1}{25}$ натуральной величины. Руслоток Боз-су моделирован на участке от Саларского головного сооружения на длину 375 м (см. рис. 1).

Модель была расположена на летней площадке и построена по поперечным профилям съемки Чирпрасиса от 20. II-1935 г. с необходимыми дополнительными съемками, выполненными Институтом. Руслоток модели земляное.

В основном при проектировании модели был принят метод геометрического подобия.

Для масштабирования были приняты следующие формулы:

Расход	Q натурн	$=$	q модели	$\times$	$25^{2,5}$
Скорости	V натурн	$=$	v модели	$\times$	$25^{0,5}$
Длина	L натурн	$=$	l модели	$\times$	25
Ширина	b натурн	$=$	b модели	$\times$	25
Уклон	i натурн	$=$	i модели		
Время	T натурн	$=$	t модели	$\times$	$25^{0,5}$

Шуга пускалась в модели с таким расчетом, чтобы создать картину явления хода шуги в натуре с соответствующим заполнением в процентном отношении зеркала воды шугой.

Указанный метод определения количества шуги (в процентном отношении к ширине зеркала воды) и принят при испытаниях по следующим причинам:

1. До настоящего времени вопрос масштабирования размера и расхода шуги не разработан, так же как и метод определения расхода шуги в натуре³.

¹ Проект оголовка шугообводного канала нами составлен.

² Инж.-гидротехник Щербинский.

³ С а н и и р и в настоящее время прорабатывает способы по учету шуги инструментально.

2. Метод определения количества шуги в натуре в процентном отношении к ширине зеркала воды (глазомерно) является распространенным и по сие время единственным в условиях Средней Азии при оперативной работе по борьбе с шугой.

Моделирование шуги, вследствие ее специфических свойств (слипание, структура и т. д.), до сих пор не разработано в полной степени. В данном случае моделирование шуги состояло в подборе определенного вещества, имеющего удельный вес, близкий к удельному весу шуги в натуре и дающий возможность в массе создавать картину явления шугохода в условиях работы головы Салара. Веществом, удовлетворяющим указанным требованиям, оказались древесные опилки, проваренные в битуме и смоченные в растопленном сале, каковые и были приняты для испытания модели.

Льдины толщиной до 30 см и размерами до 4—6 м² моделировались из дерева, линейно.

Методика испытаний

При испытаниях на модели всех предусмотренных программой мероприятий производились следующие работы:

1. Пропуск шуги по руслу модели для определения процента подныривания под запонь и под лоток. Шуга в необходимом для опыта количестве забрасывалась в начале модели равномерно по всей ширине русла с таким расчетом, чтобы получить требуемый условиям опыта процент „расхода“ шуги. Процент шугохода определялся в створе поста Санири, установленного в натуре при исследовании к. Бозсу в 1932-33 г. В концевых участках модели шуга улавливалась ситами. Затем из количества шуги, поднырнувшей под запонь, отбиралась шуга, плавающая на поверхности воды (как истинно поднырнувшая), взвешивалась, так же как взвешивалась и шуга, сброшенная в шугосброс. Отношение количества шуги, поднырнувшей под запонь (плавающей на поверхности воды), к общему количеству шуги, сброшенной и поднырнувшей, дает процент подныривания.

При пропуске в модели партии льдин фиксировалось, насколько свободно они сбрасываются лотком.

2. Установление глубины, с которой начинается подныривание шуги.

При исследовании этого вопроса был применен метод красочного индикатора. Метод этот применялся в лабораторных работах Института. Устройство красочного индикатора видно на рис. 2.

Принцип работы индикатора заключается в следующем. Индикатор устанавливается перед запонью или лотком в расстоянии от 3 до 15 см. таким образом, чтобы краник индикатора был на требуемой глубине от поверхности, затем краник открывается, и краска поступает в поток. Таким образом находится граница деления потока на две зоны — поверхностную и донную.

3. Измерение поверхностных скоростей течения воды на модели производилось при помощи поплавков.

4. Нивелировка горизонтов воды на модели. Горизонты воды в модели измерялись при помощи металлического тастра.

5. Измерение расходов воды на модели. Расходы воды на модели учитывались водосливами Чичоллети, отсчет по которым производился при помощи металлического тастра.

При испытаниях произведена фотосъемка характерных момен-

тов хода шуги на кривой, вдоль заповни, поверхностных струй в верхнем бьефе и перед лотком и др.

Схема

производства опытов с красочными индикаторами при испытании лотка Гостунского в Саларской модели

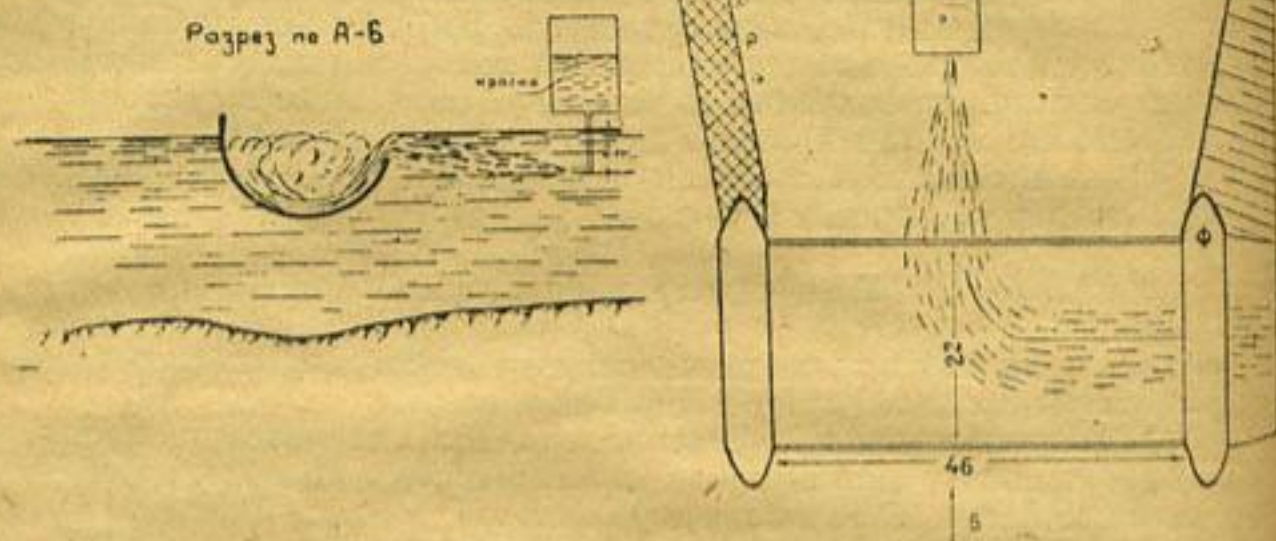


Рис. 2:

Метод выработки эксплуатационных мероприятий при образовании затора перед лотком Гостунского

Выработка эксплуатационных мероприятий при образовании заторов перед лотком представляет собой опыт определения наименьшего расстояния от лотка, на котором следует разбить затор, с целью уменьшения подныривания (при заторе) шуги под лоток.

Для исследования этого вопроса на модели перед лотком создавались искусственные заторы.

Метод моделирования искусственных заторов в модели совершенно неизвестен, так же как и важнейшего в образовании затора момента — слипания.

Нами при создании на модели искусственных заторов ставились условия создать картину явления затора в плане и продольном разрезе (толщина слоя шуги и затора), соответствующего линейно масштабированной натуре.

Перед лотком в расстоянии, требуемом условиями опыта, русло перегораживалось проволочной сеточкой, заглубленной в воду на 6—7 см. Ячейки сеточки настолько были мелки, что шуга в них не проходила. Шуга забрасывалась в начале модели и, подходя к сеточке, задерживалась и скапливалась, образуя затор. Подныривающая из-под затора шуга частью сбрасывалась в лоток, частью подныривала под него. Сброшенная и поднырнувшая шуга улавливалась ситами и взвешивалась. Отношение количества поднырнувшей под лоток шуги (плавающей на поверхности воды) к общему количеству шуги, сброшенной и поднырнувшей, составляет процент подныривания. Отодвигая сеточку от лотка, мы, таким образом, находим расстояние, при котором (при наличии затора) подныривание шуги незначительно.

§ 4. Проведение испытаний и результаты

Существующее положение — запонь и шугосброс.

Перед производством основных опытов была произведена проверка точности выполнения модели и соответствие ее с натурой. Измерение поверхностных скоростей течения воды в различных участках русла (на последней кривой канала, в верхнем бьефе вдоль запони), характер движения шуги на кривой и вдоль запони, а также нивелировка горизонтов воды по всему руслу модели при пропуске расхода в $45 \text{ м}^3/\text{сек.}$ и нормальном горизонте воды перед сооружением — $479,09$ показали полное совпадение данных.

Испытание существующего положения на модели, как уже указывалось, произведено для установления возможности эффекта работы вновь запроектированных мероприятий.

Условия работы при существующем положении следующие:

Саларское головное сооружение закрыто. По сбросу шуги работает существующий деревянный шугосброс, расположенный на линии щитов Саларского сооружения, и козырьковая запонь, расположенная в начале отвода кан. Боз-су на ГЭС (см. рис. 1). Длина запони $2,2 \text{ м}$ (в натуре 55 м). Козырек запони заглублен в воду на $4,5 \text{ см}$ (1 м — $1,25 \text{ м}$ в натуре). Существующий нормальный расход воды в зимний период $45 \text{ м}^3/\text{сек.}$ выше сооружения, из него расход воды в шугосброс — $12 \text{ м}^3/\text{сек.}$ и расход воды на ГЭС — $33 \text{ м}^3/\text{сек.}$

Горизонт воды перед Саларским сооружением — $479,09$. соответствует показанию рейки верхнего бьефа — $0,56$.

При испытании существующего положения проведено три опыта пропуска шуги при указанных выше условиях, определена глубина, с которой начинается подныривание, занивелированы горизонты воды и замерены поверхностные скорости в верхнем бьефе и по всему руслу (см таблицу 1).



Рис 3. Ход шуги перед головным сооружением Салара. Январь 1934 г. (натура).

Анализ данных показывает:

1. Максимальный процент подныривания шуги в модели под за-

пони — 0,7% (при 40% ходе шуги) Как установлено исследованиями Санири в 1932-33 году, а также наблюдениями в последующие годы, максимальный процент подныривания шуги в натуре в нормальных условиях работы Саларского шугосброса не превышает 3—5%.

2. Средняя поверхностная скорость течения воды в верхнем бьефе вдоль запони $v=0,75$ м/сек.

По данным исследования Санири в 1932-33 году средняя поверхностная скорость течения воды вдоль запони $v=0,65-0,85$ в среднем 0,75 (см. таблицу 3).

3. Горизонты воды на модели при установлении подходного расхода $Q=45\text{ м}^3/\text{сек.}$ и максимальном горизонте воды перед сооружением—479,09 дали полное совпадение с таковыми в натуре (по сравнению с данными съемки Чирпрасиса от 23.II—1935 г.).

4. Характер хода шуги на последней кривой перед запонью и вдоль запони аналогичен ходу шуги в натуре (см. рис. 3 и 4).

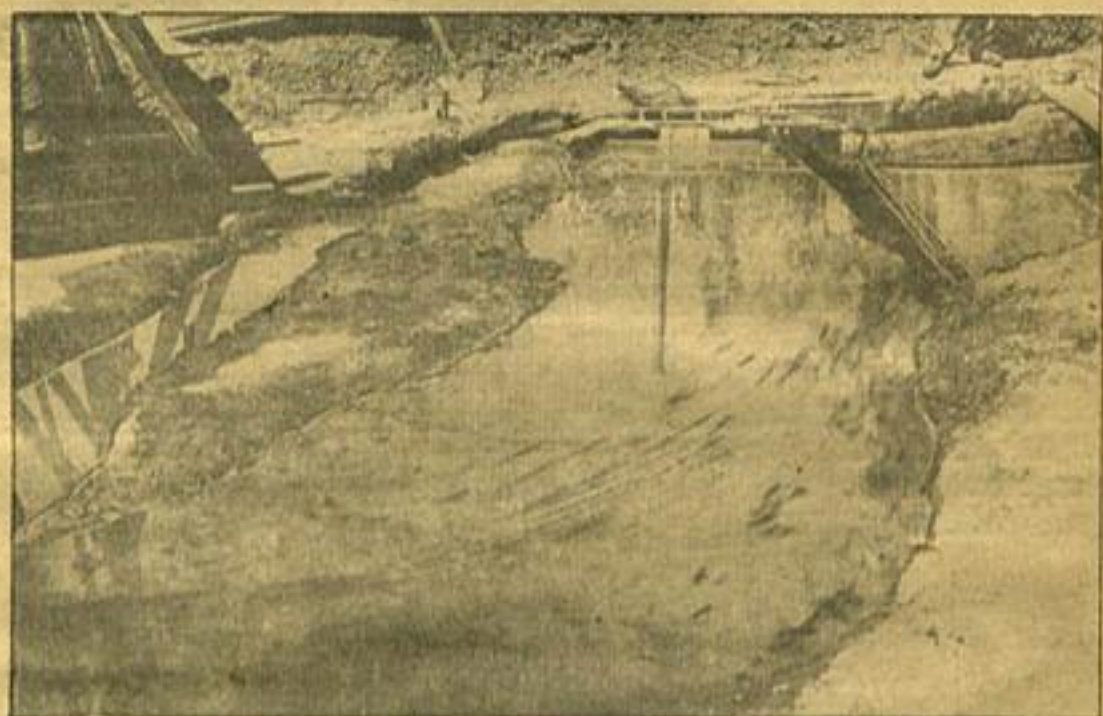


Рис 4. Ход шуги перед головным сооружением Салара, 1935 г. (модель).

5. Глубина, с которой начинается подныривание шуги, равна 4 см (в натуре 1 м), что также близко к натуре, ибо в условиях головы ар. Салар шуга вдоль запони идет слоем до 80 см.

Полученные результаты установили подобие модели с натурой и дают возможность сравнения эффекта работы запроектированных к испытанию противошуговых мероприятий с работой таковых при существующем положении.

Испытание вращающегося шугосбросного лотка конструкции инж. Гостунского

Передняя кромка лотка инж. Гостунского представляет собой поперечный водослив практического профиля—через водослив вода поступает в корыто лотка, который сбрасывает поступающую в него воду с шугой в шугообводный канал. Испытываемый тип лотка является усовершенствованием конструкции лотка, установленного в напорном бассейне Кадырьинской гидроэлектростанции и показавшего в работе хорошие результаты. Основной принцип работы лотка тот

же и заключается в разделении потока на две зоны: „поверхностную“ и „донную“. Лоток подвешивается на опорах и имеет вращение вокруг горизонтальной оси, благодаря чему создается возможность регулирования слоя воды, переливающейся через край передней стенки.

Таким образом, при расположении лотка в направлении, перпендикулярном стрелению потока, при заглублении порога лотка на требуемую для захвата слоя шуги¹ в глубину поток разделяется на две указанные зоны (см. рис. 2).

Поверхностный слой потока, равный по высоте глубине опускания передней водосливной стенки лотка, сбрасывается вместе с шугой через лоток в шугообводный канал, остальная же часть потока без шуги проходит под лоток.

Основные размеры лотка следующие: длина 0,45 м (в натуре 11,5 м); ширина 0,22 м (в натуре 5,5 м), внутренний радиус 0,07 м (в натуре 1,75 м). Уклон дна лотка—0. Глубина под лотком $\approx 2,4$ м.

Фактическая пропускная способность лотка при нормальной его работе, т. е. при таком его положении, когда подныривания шуги не наблюдается (краска начинает подныривать под лоток с глубины 5 см—в натуре 1 м 25 см—14,6 м³/сек. Отметка порога передней стенки лотка при этом—477,77.

Испытание лотка проведено в 2 этапах: 1-й этап представляет собой следующие условия работы лотка:

Саларское головное сооружение и существующий шугосброс закрыты. Запони снята. На сброс шуги работает шугосбросный лоток инж. Гостунского, установленный в створе пк + 57, под углом 43° к поперечнику. Лоток установлен (подвешен на опорах) таким образом, что края стенок его в передней и задней находятся на отметке нормального горизонта воды (при расходе 45 м³/сек.)—479,19.

Сброс шуги производится в шугообводный канал, проведенный по левому берегу и заканчивающийся консольным сбросом в ар. Салар. От правого берега к правой опоре лотка устроена глухая направляющая шпора длиной 1,35 м (в натуре 34 м, см. рис 1).

Расположение лотка в указанном створе принято по нижеследующим соображениям:

1. Створ расположен в конце прямолинейного участка, имеющего протяженность около 60 м,—это обеспечивает плавный подход струй к лотку.

В модели это положение подтвердилось.

2. На этом прямолинейном участке поверхностные скорости выравниваются и приобретают наибольшее значение. Это положение также подтвердилось и в модели при измерении поверхностных скоростей на различных участках русла.

3. Расположение лотка в данном створе обеспечивает устройство оголовка шугообводного канала, а также проведение самого канала с наименьшим объемом земляных работ (см. рис. 1).

Назначение глухой направляющей шпоры состоит в том, чтобы направить всю шугу в лоток.

В 1-й этап лоток испытан при нижеследующих расходах воды:

а) Подходный расход воды к лотку 45 м³/сек, горизонт воды перед Саларским сооружением 479,09—условия нормального режима; кан. Боз-су и района головного сооружения ар. Салар в зимнее время. Сбросные расходы: 13 м³/сек., 10 м³/сек., 8 м³/сек. и 6 м³/сек. и со-

¹ В условиях Средней Азии H_0 шуги колеблется от 0 до 1 м

ответствующие этим расходам расходы на ГЭС—33 м³/сек., 35 м³/сек.), 37 м³/сек., 39 м³/сек.

б) Подходный расход воды к лотку 40 м³/сек., горизонт воды перед Саларским сооружением 479,09. Расход воды минимально-возможный вследствие уменьшения подачи воды в Боз-су или образования затора по тракту.

Лоток испытан при сбросном расходе воды 9 м³/сек., и соответственном расходе на ГЭС 31 м³/сек.

в) Подходный расход воды к лотку 54 м³/сек., горизонт воды перед Саларским сооружением 479, 97. Расход воды максимальный—горизонт также. Последний возможен при образовании затора головного сооружения.

При испытании лотка в этих условиях оказалось, что лоток работать нормально не может, он совершенно затапливается потоком, при чем вода поступает в лоток также и через заднюю стенку. Поэтому лоток модели был поднят на опорах на 3 см (в натуре на 75 см).

При этом положении края стенок лотка стали на отметку горизонта воды—480,04, соответствуя горизонту воды при пропуске расхода 54 м³/сек.

г) Подходный расход воды к лотку 40 м³/сек. Горизонт воды перед сооружением 479,97. Расход воды минимальный, горизонт максимально возможный при заторе. При испытании лотка при первоначальной его установке на отметке 479,19 получилось то же положение, что и при пропуске расхода в 54 м³/сек.—лоток затапливался совершенно.

Очевидно, лоток при установке на отметку максимального горизонта воды, как это было сделано при пропуске 54 м³/сек., может работать нормально, т. к. ранее проведенные испытания показали, что эффект сброса шуги от подходного расхода и горизонта не зависит. Испытание лотка при всех выше описанных условиях заключалось в проведении опытов с пропуском моделированной шуги и опытов с красочным индикатором, замера поверхностных скоростей течения воды и нивелировки горизонтов воды по методам, принятым при лабораторных исследованиях в Санирии и описанных в предыдущем параграфе. Результаты испытаний см. табл. 1.

Анализ указанных опытов позволяет делать следующие выводы:

1. При подходном расходе воды 45 м³/сек. и горизонте воды 479,09:

а) Процент подныривания шуги в модели не превышает 1, в среднем при испытании на все сбросные расходы составляет величину в 0,60%.

б) Подныривание краски под лоток в наиболее жестких условиях работы лотка—при сбросном расходе 6—8 м³/сек.—начинается с 3 см глубины от поверхности (в натуре 75 см). При увеличении сбросного расхода до 10—12 куб. м/сек. краска начинает подныривать с глубины 5 см (в натуре 1,25 м).

в) Подходная к лотку средняя поверхностная скорость течения воды при сбросных расходах от 6 до 12 м³/сек. равна 0,24 м/сек. (в натуре 1,20 м³/сек.). Работу лотка на сброс шуги см рис. 5.

2. При подходном расходе 40 м³/сек. и горизонте воды 479,09. Лоток испытан на сброс шуги при 9 м³/сек.

а) Максимальный процент подныривания шуги под лоток равен 0,2%.

б) Подныривание краски начинается с глубины в 4 см (1 м в натуре). Средняя подходная к лотку скорость течения воды равна 0,20 м/сек. (в натуре 1 м/сек.).

3. При подходном максимальном расходе воды, равном $54 \text{ м}^3/\text{сек.}$ и горизонте воды перед сооружением 480,04, (при установке лотка на отметке горизонта воды). Лоток испытан при сбросном расходе $12 \text{ м}^3/\text{сек.}$

а) Процент подныривания шуги под лоток-1,0.

б) Глубина, с которой начинается подныривание шуги, 4 см (в натуре 1 м).

в) Средняя поверхностная подходная к лотку скорость течения воды 0,20 м/сек. в натуре 1 м/сек.

2-й этап (предложение Чирпрасиса).

Условия работы лотка при 2-м этапе следующие:

Глухая направляющая шпора заменена козырьковой запонью и поперечной глухой шпорой, соединяющей правую опору лотка с правым берегом в направлении продольной оси лотка (рис.1)

Длина запони 1,55 м

(в натуре 39 м). Заглубление козырька запони в воду 4 см (1—1,20 м в натуре) с наклоном козырька к горизонту воды 60° .

2-й этап испытан при подходном расходе к лотку воды $= 45 \text{ м}^3/\text{сек.}$ и сбросном расходе — $12 \text{ м}^3/\text{сек.}$, горизонт воды перед сооружением 479,09. При испытании проводились те же наблюдения и замеры, что и при испытании 1-го этапа. Лоток на отметке горизонта воды—479,19. Испытание установило:

а) Процент подныривания шуги под лоток не превышает 1,3, средний процент подныривания 0,9.

б) Глубина, с которой начинается подныривание краски, равна 5 см (в натуре 0,25 м).

в) Средняя поверхностная подходная к лотку скорость 0,24 м/сек. (в натуре 1,20 м/сек.).

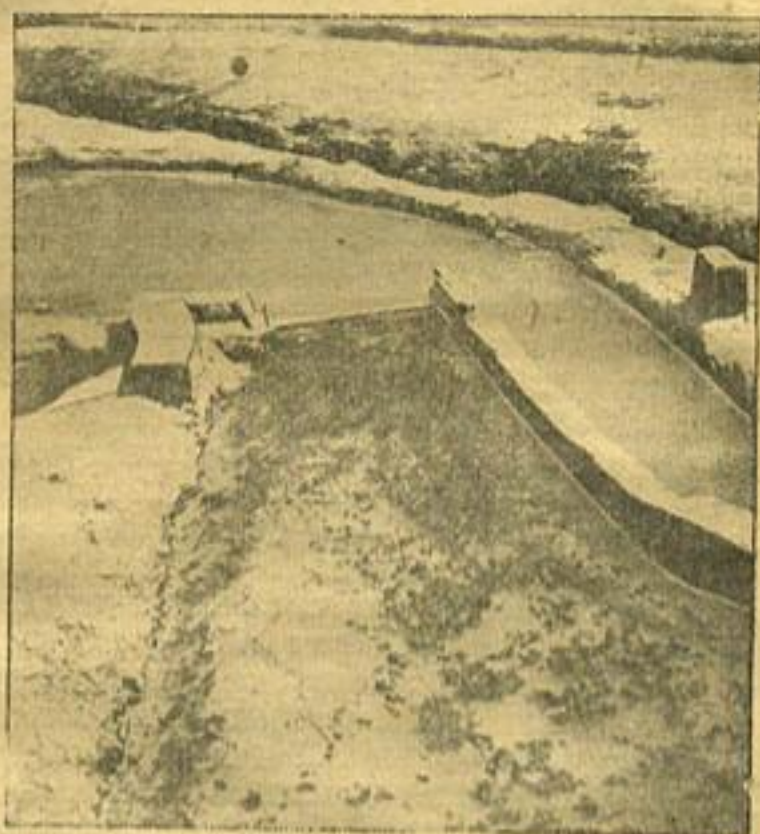


Рис. 5. Сброс шуги лотком (модель).

§ 5. Выработка эксплуатационных мероприятий на случай образования затора перед лотком Гостунского

При демонстрационном опыте работы лотка инж. Гостунского на Саларской модели, в процессе обмена мнениями, представителями Чирпрасиса было высказано предположение о возможности образования затора перед лотком и необходимости выработки для этого случая эксплуатационных мер.

По нашему мнению, образование заторов перед лотком невозможно, утверждение этого положения основывается на следующих данных:

1. Испытанием лотка установлено, что при самых неблагоприятных условиях работы—минимальном подходном расходе $=40 \text{ м}^3/\text{сек.}$ и сбросе в лоток $9 \text{ м}^3/\text{сек.}$, средняя поверхностная скорость 1 м/сек. , каковую (сравнивая условия работы Кадырьинского лотка с $V_{\text{пов.ср.}}=0,9$ до 1 м/сек.), следует считать неопасной для образования заторов при лобовом сбросе шуги.

2. Исследование скоростного режима на модели показало, что на прямолинейном участке, в конце которого расположен лоток, скорости возрастают по сравнению со скоростями на вышележащих участках.

3. На указанном участке на протяжении ряда лет не наблюдалось ни одного случая образования затора.

4. Пропуск на модели партией моделированных льдин толщиной $2,5\text{—}3 \text{ см}$ (в натуре $62\text{—}75 \text{ см}$) и площадью $1,0 \times 0,1 \text{ м} = 1,00 \text{ м}^2$ (в натуре $2,5 \times 2,5 \text{ м} = 6,25 \text{ м}^2$) установил бесперебойную работу лотка по сбросу льда, принимая же во внимание, что в условиях головы Салара размер льдин не превышает $2 \text{ м} \times 2 \text{ м}$, толщиной $25\text{—}30 \text{ см}$ (по данным исследований Санири в 1932-33 г.), можно считать, что образования заторов от льда опасаться не следует.

Все же, по настоянию заказчика, взамен исключенного пункта программы (испытание оголовка шугообводного канала) нами проделан ряд опытов создания искусственных заторов для определения оптимального расстояния от лотка, на котором следует разбивать затор с целью уменьшения процента подныривания шуги под лоток (при наличии заторов). Метод создания заторов и определения указанного расстояния описан в параграфе 3-м.

Результаты опытов представлены в таблице 2.

Анализ результатов позволяет сделать следующий вывод: для обеспечения нормальной работы лотка в условиях создавшегося перед лотком затора необходимо разбить затор (очистить русло от затора) на расстоянии от лотка $= 50 \text{ м}$ в натуре.

§ 6. Общие выводы и заключение

1. Существующие в голове Салара противошуговые мероприятия—отбой шуги запонью и сброс ее через шугосброс в Салар—являются ненадежным методом. Это положение основывается на наблюдениях в натуре, выявивших недостатки существующих мероприятий, заключающиеся в нижеследующем:

Шуга, идущая в районе Саларского головного сооружения, пройдя последний поворот, встречает на своем пути запонь и резко меняет свое направление. Вследствие этого скорость движения шуги значительно уменьшается, создается трение шуги о запонь, каковое обстоятельство при увеличении процента шуги (до 75%) и понижении температуры воздуха способствует образованию затора.

Кроме того, благодаря боковому отводу воды на Боз-су ГЭС стрежень потока бьет в середину запони (угол, составляемый стрежнем и направлением запони $= 30^\circ$) и, вследствие этого, левая часть потока вдоль запони на $\frac{2}{3}$ ширины русла является нерабочей (обратное течение, мертвые зоны с образованием в натуре заберега) и фактически шуга проходит в шугосброс на участке шириной $6\text{—}7 \text{ м}$

($\frac{1}{3}$ ширины русла), что при большом проценте шуги не обеспечивает свободного прохода шуги в шугосброс.

Шугосброс не имеет затвора, и регулировка расхода воды осуществляется при помощи деревянных спиц ($d=18-23$ см), устанавливаемых в шугосбросе и упирающихся своим концом в порог шугосброса, а другим—на поручни служебного мостика. Такой способ регулировки чрезвычайно затруднителен и не обеспечивает необходимой в катастрофических случаях быстроты производства манипуляций с изменением расхода, а, кроме того, создает тяжелые условия для пропуска через шугосброс льдин, которые нагромождаются перед спицами, ломают их и создают угрозу образования затора.

2. Испытание лотка Гостунского показало явное преимущество его работы по сравнению с работой существующих приспособлений. Преимущества эти заключаются в нижеследующем:

а) Плавный подход струй и лобовой захват шуги.

б) Нормальные сброшенные расходы от 12 до 9 м³, а возможно и ниже.

в) Подходящая к лотку поверхностная скорость при самых неблагоприятных условиях работы лотка не спускается даже при минимальном подходе расхода = 40 м³/сек. ниже 1 м/сек., что гарантирует от образования затора перед лотком.

г) Почти полное уничтожение подныривания под лоток.

д) При устройстве подъемного механизма, позволяющего перемещать лоток по вертикали, является возможным сброс шуги при любых горизонтах и расходах.

3. Испытание лотка Гостунского с устройством глубокой направляющей шпоры или запони не показало преимущества работы одной перед другой, а потому выбор выгоднейших условий работы лотка (шпора или запонь) будет базироваться исключительно на соображениях экономического порядка.

4. Ориентировочно стоимость устройства лотка Гостунского, с оголовком и бетонированным каналом и сброшенной консолью, составляет ≈ 160 тыс. руб., каковое обстоятельство также дает явное преимущество перед всеми ранее предлагавшимися проектами.

§ 7. Заключение

Для обеспечения нормальной работы по сбросу шуги в голове Салара необходимо осуществление в натуре схемы противошуговых мероприятий с постановкой лотка Гостунского с запонью или с глухой шпорой, не исключена возможность применения лотка типа КГЭС (принцип работы лотка КГЭС и вращающегося один и тот же—обратный Элисеновскому).

Результаты проведенных испытаний и имеющийся материал в Санин рп позволяют рекомендовать применение лотка Гостунского, а также лотков, работающих по принципу обратно в производственной практике, при наличии соответствующих условий, каковыми должны быть следующие:

1. Расположение передней водосливной кромки лотка должно быть перпендикулярно направлению потока (лобовой захват).

2. Скорости течения воды перед лотком 0,9—1,5 м/сек. (в зависимости от шугохода).

Глубина под лотком должна быть не менее 2,5 м и скорости под лотком не должны превышать значения бытовых скоростей. Это может быть осуществлено путем выемки грунта под лотком.

4. Толщина переливающегося слоя воды через водосливную кромку лотка колеблется от 0,10 до 1,0 м (в зависимости от условий применения).

5. Размеры лотка принимаются в зависимости от сбросных через лоток расходов воды. Уклон дна лотка 0, но можно делать с уклоном до 0,01—0,014.

6. Сужение зеркала воды в месте установки лотка не должно превышать 30—50% ширины русла.

7. При малых глубинах (до 2,0 м) и особенно при значительных скоростях (1,60 м/сек.) применять вращающийся лоток не следует. В таких условиях лучше применять лоток плоскостной с уклоном¹.

8. Как правило, в производственной практике необходимо отказаться от конструкции протившуговых мероприятий типа запони.

Анализ имеющихся материалов по наблюдению за работой шугосбросных сооружений. Запони как в натуре, так и на моделях показали их слабую эффективность. Основные недостатки запоней следующие:

1. В зимнее время в реках, при пониженных горизонтах, мы очень часто имели такие расходы, которые целиком или вообще в значительной доле требуется направить в каналы. Ясно, что и шуга при этом тянется туда же и тем сильнее, чем больше относительный водозабор.

Сводная таблица 2

результатов исследования вопросов выработки эксплуатационных мероприятий при образовании затора перед лотком Гостунского в Садарской модели

Вариант, в котором ставился опыт	№ опыта	Условия работы при образовании затора	Расход воды в м³/сек.			Расстояние от лотка		Длина распространения затора		Минимальная толщина слоя в заторе		Количество шуги в заторе (в кг)	Колич. шуги, подмыры, из-под затора и сбросы в лоток	Колич. шуги, подмыры, из лотка на подпоро (плавающих на поверхности воды)	Колич. шуги, подмыры, из лотка шуги (от подмыры, плавающих шуги и из лотка шуги сбросы в лоток)
			Подходи. к лотку в м³/сек.	Сбросной в лот. в м³/сек.	На Боз-су Г.Э.С. в м³/сек.	В модели в см.	В натуре в м	В модели в см	В натуре в м	В модели в см	В натуре				
1-й	1	Лот. в створе п. 2+57 от правого берега к правой опоре глухая шпора	—	—	—	25	6,25	50	12,5	3,4	0,75—1,00	4,900	4,700	0,200	4,1
	2	"	45	12	33	50	12,5	50	12,5	5,6	1,25	3,370	3,200	0,090	2,7
	3	"	"	"	"	80	20	60	15	"	1,50	3,600	3,500	0,075	2,1
	4	"	"	"	"	1,5	37,5	30	7,5	"	"	3,200	3,000	0,060	1,9
	5	"	"	"	"	2,0	50	60	15	"	"	3,100	2,900	0,020	0,7

¹ Указанная конструкция лотка разработана нами при производстве модельных испытаний протившуговых мероприятий на Юмалак-тене.

Общая таблица 1
результатов испытаний различных вариантов пушечных приспособлений в мизин Саларского топливного сооружения

[illegible]

**Сравнения поверхностных скоростей течения
воды в модели и в натуре,
замеренных на различных участках к. Боз-су в районе Саларского
головного сооружения**

Таблица 3

	Вдоль запони	Пов. ср. — средняя поверхностная скорость течения воды в м/сек. в различных участках										Перед лотком 10—11
		от 0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	
В модели	с, 75	0,83	1,00	0,85	0,63	0,60	0,53	0,60	0,57	0,73	0,95	1,20
	0,65—0,85											
В натуре	ср. 0,75	—	—	—	—	0,70	—	—	—	—	—	—

Примечание. Скорости в модели измерены, начиная от 0-й точки до лотка через каждый метр.

Поэтому не следует стремиться отвести ее в сторону, устанавливая запони против отверстий дериваций или напорных бассейнов.

2. Отбой шуги запонью требует большого расхода воды на отвод ее (иногда процент сброса воды доходит до 80—90%) и все же не обеспечивает от подныривания шуги под запонь и образования затора перед ней.

3. Обслуживание запони требует значительного расхода рабочей силы. На обслуживание одного погонного метра запони требуется от 1 до 2 человек (в зависимости от интенсивности шугохода).

4. Напряженный и неотрывный надзор.

5. Трудность установки и крепления.

Проблема гидротехнических мелиораций

1. Значение и размеры данной проблемы

Существующее ныне состояние земельного фонда, используемого в поливном сельском хозяйстве в Средней Азии, далеко нельзя считать удовлетворительным. Наличие среди культурных поливных земель засоленных и заболоченных территорий приводит к ограниченной урожайности полей и наблюдается в отдельных районах ухудшению земель, вследствие прогрессирующего явления засоления и заболачивания.

Поставленная партией и правительством задача достичь небывалого подъема урожайности, резкого увеличения продукции технических и продовольственных культур обязывает к полному изжитию явлений засоления и заболачивания.

Однако необходимо констатировать, что борьбе с засолением и заболачиванием земель в Средней Азии до сего времени должного внимания не уделялось; сколько-нибудь удовлетворительного систематического учета явлений и изучения причин их почти не производилось; плановых и решительных мер борьбы с процессами засоления и заболачивания не ведется почти вовсе. Положение усугубляется тем, что явления засоления и заболачивания находятся в стабильном состоянии, претерпевая изменения, зависящие от почвенно-гидрогеологических и климатических факторов и от хозяйственно-организационных.

Практика показывает, что некоторые незасоленные до орошения земли после орошения превращались в засоленные, — это явление в Средней Азии имеет широкое распространение.

Следовательно, разрешение проблемы мелиораций должно идти по пути борьбы и ликвидации явлений засоления и заболачивания, но и по предупреждению этих явлений на землях незасоленных.

Хозяйственно-политическое значение проблемы мелиораций приобретает особую выпуклость и важность при ознакомлении с состоянием земель засоленного и заболоченного земельного фонда Средней Азии.

Мелиорации Санитарии на основе имеющихся почвен-

1:1 000 — 1:100 000 (и как исходное для

асальна 1:420 000) был произведен предваритель-

й качественный учет засоленных и заболочен-

дела для применения ее как при проектировании, так и при эксплуатации ирригационных систем, в целях разыскания конкретных причин засоления земель и установления определенных мероприятий по борьбе с этим явлением (гидротехнические методы, агротехнические и химические методы, эксплуатационные мероприятия).

Выполнение очередных научно-исследовательских задач в области мелиораций должно быть распределено между соответствующими научно-исследовательскими учреждениями и производственными организациями орошаемых районов.

Из научно-исследовательских учреждений к работе должны быть привлечены Санири и Нихи и опытные мелиоративные станции в Золотой орде и Федченко. Методическое руководство работой дренажных устройств на этих станциях должно лежать на обязанности Санири, как мелиоративно-гидротехнического института.

Из производственных организаций орошаемых районов к мелиоративным исследованиям должны быть привлечены управления отдельных изучаемых систем, местные МТС, колхозы и совхозы, которые ведут работу по борьбе с засолением и заболачиванием земель и должны организовать и вести работу по учету динамики засоления и наблюдениям за грунтовыми водами.

Ценности и эффективности этих работ в колхозах и совхозах должны быть организованы и созданы специальные хаты-лаборатории для производства простейших анализов засоления почв и грунтовых вод.

Основную помощь в деле учета динамики засоленных земель должны оказать республиканские Паркомземы путем привлечения к этой работе всех МТС, колхозов и совхозов.

Работа научно-исследовательских учреждений и производственных организаций должна вестись по единому взаимно-согласованному и увязанному плану с точным распределением задач между каждой организацией.

Полная полевая влагоемкость почв и грунтов и сравнение полевых и лабораторных методов ее определения

Из водно-физических свойств, имеющих первостепенное значение, следует прежде всего указать на водоудерживающую способность почв и грунтов.

Указанный вид влажности, в зависимости от того, какие поры породы оказываются заполненными водой, представляется возможным разграничить на влажность капиллярную и некапиллярную.

В первом случае вода, насыщая почво-грунты, заполняет лишь капилляры, поднимаясь в последних до различной высоты, в зависимости от диаметра поперечного сечения капилляров. Второй вид влажности определяется той водою, которая удерживается в некапиллярных порах.

Способность породы удерживать воду в капиллярных и некапиллярных порах, в основном определяется капиллярными силами, которые в отдельных случаях (когда диаметр капилляров не велик) могут оказывать большое сопротивление силе тяжести воды). Предельное количество воды, которое может быть удержано в капиллярных и некапиллярных порах почво-грунтов, определяется общим термином — полная влагоемкость.

Заполнение водою некапиллярных ходов в естественных условиях возможно лишь при насыщении почво-грунтов сверху или в тех случаях, когда последние бывают полностью погружены в воду, т. е. когда почво-грунты располагаются ниже зеркала грунтовых вод и представляют так называемую «насыщенную зону» (1).

Капиллярное насыщение, встречаемое в природе, возможно или при наличии какого-либо постоянного источника воды (грунтовые воды), от поверхности которого идет насыщение капиллярных ходов, или при увлажнении почво-грунтов с поверхности, когда вода, проникая в нижележащие горизонты, заполняет капиллярные ходы.

Высота поднятия воды в почво-грунтах определяется силами капиллярного натяжения воды, которые в физике устанавливаются по формуле Лапласа

$$q = \frac{2a}{r}$$

где a — поверхностное натяжение воды,
 r — радиус капилляра.

Поверхностное натяжение воды равно (а) $0,000075 \text{ кг/см}^2$. Как величину капиллярного под'ема, так и водоудерживающую способность почво-грунтов установить математическим путем довольно затруднительно. В этой области уже предпринимались попытки Мичерлихом, Цункером и др. (11), но получаемые результаты не всегда отвечали действительному положению вещей.

Исключительная многогранность факторов, влияющих на водно-физические свойства почв и грунтов, усложняет разрешение данных вопросов, открывая вместе с этим большой простор для дальнейших исследований.

В естественных условиях можно наблюдать, когда, при увлажнении с поверхности, затопляются водою и предельно насыщаются капиллярные и некапиллярные промежутки. Этот вид влажности носит название полной полевой влагоемкости (6, 7, 2, 5).

До последнего времени в подавляющем числе случаев для установления величины водоудерживающей способности почв и грунтов рекомендуют (9) и пользуются методами лабораторного исследования, определяя величину полной и капиллярной влагоемкости на образцах с ненарушенной и нарушенной структурой, отождествляя тем самым данные, полученные в лаборатории, с теми результатами, которые определяют истинную водоудерживающую способность почв и грунтов в их естественном залегании.

В настоящей работе мы поставили себе целью установить: во-первых, какая норма увлажнения почво-грунтов, обладающих различными физико-химическими свойствами, может считаться оптимальной, при которой насыщение достигает предела — полной полевой влагоемкости и, во-вторых, в какой мере допустимо пользоваться для характеристики данного вида влажности лабораторными определениями, изучая образцы с ненарушенной и нарушенной структурой.

На существование неточностей в определениях капиллярной и некапиллярной влагоемкости в лаборатории имеются уже указания в работах отдельных авторов (10), но мы считаем, что будет далеко не бесполезно поделить теми данными, которые были получены нами в результате проработки этого вопроса на большом фактическом материале при исследованиях почво-грунтов Нижнего Поволжья. В постановке и проведении опытов в руководимых нами исследованиях ближайшее участие принимали грунтовед-физик В. Л. Аствацатуров и ст. лаборант-физик С. И. Левина.

1. Методика определения влагоемкости почв и грунтов

В целях уточнения и сопоставления существующих методов определения влагоемкости почв и грунтов, нами были избраны три наиболее распространенных в настоящее время:

1. Метод определения полной полевой влагоемкости почв и грунтов в полевой обстановке.

2. Метод определения полной и капиллярной влагоемкости почв и грунтов в образцах с ненарушенной структурой.

3. Метод определения полной и капиллярной влагоемкости почв и грунтов в образцах с нарушенной структурой.

Таким образом, одновременно с постановкой исследований полной полевой влагоемкости в поле на специально выделенных опытных площадках было проведено изучение капиллярной и полной влагоемкости на образцах с ненарушенной и нарушенной структурой.

рой, которые извлекались со стенок шурфов, заложенных в непосредственной близости от указанных выше площадок.

При постановке и проведении опытов особое внимание было направлено к тому, чтобы по возможности во всех случаях были соблюдены равноценные условия, в частности это обстоятельство учитывалось в отношении сохранения начальной (естественной) влажности, равенства температур, при которых протекали опыты, использования воды из одного источника и т. д.

Сущность каждого из указанных методов определения влагоемкости заключалась в следующем:

1. Метод определения полной полевой влагоемкости почв и грунтов

Для определения полной полевой влагоемкости почв и грунтов на избранных почвенно-грунтовых разностях были заложены опытные площадки размерами каждая по 1 м².

Для предупреждения растекания воды за пределы площадок последние ограничивались деревянными рамами, нижние края которых загружались в почву на 6—7 см, а с внешней стороны к стенкам рамы подсыпалась и утрамбовывалась земля, препятствующая растеканию воды за пределы рамы. Площадки заливались различным количеством воды, при этом были приняты четыре нормы полива: 50, 100 и 150 литров на 1 м² и, кроме того, часть площадок увлажнялась водою непрерывно в продолжение шести часов при постоянно поддерживаемом уровне воды над поверхностью почво-грунта, равном 10 см слою (в последнем случае опытные площадки были равны 0,25 м²).

Кроме исследования полной полевой влагоемкости поверхностных горизонтов, аналогичные исследования велись изолированно от вышележащих толщ для двух других генетических горизонтов „В“ и „С“, которые у изучаемых почвенно-грунтовых разностей располагались на различной глубине. Для исследования водоудерживающей способности последних вырывались соответствующих размеров шурфы (площадью 0,5 м²), дно которых совпадало с поверхностью исследуемого горизонта. Устранив боковое растекание воды в стенках шурфа путем укрепления металлической рамы, в дальнейшем проводились наблюдения как за скоростью впитывания, так и за степенью насыщенности грунтов водою после полива. В данном случае (для горизонтов „В“ и „С“) опыты велись лишь с увлажнением грунтов в продолжение 6 часов, более низкие нормы 50, 100 и 150 литров на 1 м² были исключены.

После того, как вода оказывалась полностью впитанной поверхностными слоями, площадка тщательно прикрывалась изоляционным толстым слоем (соломы, сена и т. п.), который предотвращал испарение воды с поверхности.

Спустя некоторое время, с того момента, как впитанными оказались последние порции воды (т. е. 12—18 часов для почво-грунтов более легкого механического состава и 1,5—2 суток для тяжелых почво-грунтов), изоляционный слой снимался и сейчас же на всю глубину увлажненного слоя (несколько переходя за пределы нижней видимой на-глаз границы увлажнения со стенок, специально вырытых через середину площадок траншей или из буровых скважин, заложенных в центре опытных площадок) отбирались с необходимой степенью дробности пробы почво-грунтов, в которых ве-

лось определение влажности. Как количество площадок, заливаемых принятыми нормами, так и определение влажности было обеспечено соответствующим числом повторностей (4—5-кратной). Для наиболее равномерного распределения поливной воды на поверхности опытных площадок последние, перед опытом, тщательно планировались при помощи граблей. Сразу же после залива площадок велось наблюдение за скоростью впитывания воды.

Сопоставляя степень увлажнения почво-грунтов после поливов принятыми в опыте нормами, в дальнейшем предоставлялась возможность следить за степенью предельной водоудерживающей способностью последних. Для получения сравнимых результатов при расчете поливных норм учитывалась начальная естественная влажность, при которой проводился опыт, т. е. из той нормы, которая предполагалась для залива площади, вычиталось то количество воды, которое находилось в почво-грунтах к моменту опыта (естественная влажность). Расчет производился на толщу в 30 см, расположенную непосредственно под поливной площадкой.

2. Метод определения полной и капиллярной влагоемкости почв и грунтов в образцах с ненарушенной структурой

Для данных определений образцы почво-грунтов с ненарушенной структурой брались со стенок шурфа, который вырывался в непосредственной близости от опытных площадок, где велось определение полной полевой влагоемкости. С каждой избранной глубины бралось по пять проб, которые обеспечивали контроль.

Монолитики с ненарушенной структурой брались буром типа проф. Дояренко, т. е. в стальную оправу режущей части бура вставлялся латунный бездонный цилиндр, который при вдавливании бура в почво-грунт заполнялся ненарушенным образцом.

Объем латунного цилиндра в среднем был равен 200 см³ при высоте цилиндра 10 см. Все цилиндры были пронумерованы, а объемы и веса их были тщательно вывешаны, при этом к весу цилиндра был прибавлен вес металлических крышек и сетчатого дна, принадлежащих каждому цилиндру, а также вес фильтровального кружка бумажки, смоченной водой, которая помещалась на сетчатое дно цилиндра.

Определение капиллярной и полной влагоемкости производилось обычным, принятым в данном случае методом, т. е. нижняя крышка цилиндра перед опытом заменялась сетчатым дном, и испытуемый образец ставился в металлическую ванну на особые подставки, при этом в ванну наливалось такое количество воды, что сетчатое дно и нижняя часть грунта на 2—3 мм оказывались погруженными в воду. Уровень воды в ванне в продолжение всего опыта оставался постоянным.

Через определенные промежутки времени, обычно через 1—24 часа, цилиндры извлекались из воды, нижняя их часть и внешние стенки вытирались полотенцем, после чего они взвешивались. Такого рода последовательное насыщение и взвешивание производилось до того момента, пока вес цилиндра с грунтом оставался постоянным.

После того, как предел этот оказывался достигнутым, в ванну доливалась вода с таким расчетом, что стоящие в ней цилиндры оказывались погруженными в воду почти до верхних краев цилиндра,

и с данного момента уже производилось определение полной влагоемкости.

Как и в предыдущем случае, опыт заканчивался после того, как насыщенный образец более не увеличивался в весе.

Расчеты капиллярной и полной влагоемкости производились на вес абсолютно сухого почво-грунта, заключенного в цилиндре.

Для перевода данных на абсолютно сухой грунт в параллельных пробах производилось определение влажности с последующим пересчетом. В тех случаях, когда обнаруживалось более или менее значительное отклонение в определении капиллярной и полной влагоемкости, пятикратная повторность соответствующим образом увеличивалась.

3. Метод определения капиллярной и полной влагоемкости в образцах с нарушенной структурой

Методика определения полной и капиллярной влагоемкости в образцах с нарушенной структурой была совершенно аналогичной предыдущей, и в таких же цилиндрах, что и в первом случае.

Цилиндры, объем и вес которых были предварительно установлены, заполнялись почво-грунтами, при чем вес порции грунта, загружаемой в цилиндр, определялся путем расчета, при котором принималась величина удельного (объемного) веса, свойственная данному образцу в его естественном сложении, другими словами, удельный (объемный) вес грунта с нарушенной структурой в цилиндре приводится к таковому же, но имеющему ненарушенную структуру.

Повторность определений была принята, как и в предыдущем случае, 5-кратная.

Для характеристики механического состава почв и грунтов во всех случаях был произведен механический анализ их методом Робинсона, при этом навески почво-грунтов подвергались предварительной подготовке, которая выражалась в следующем: две навески, одна 8—10 г, другая—5 г, обрабатывались 0,05 нормальным раствором соляной кислоты. Отмывка HCl производилась до полного разрушения карбонатов. Далее дистиллированной водой отмывался до полного удаления хлор ион, после чего большая навеска диспергировалась и поступала в анализ, а во второй навеске (5 г) по разности веса до и после отмывания солей устанавливался вес солей, которые принимались во внимание при пересчетах анализов.

Гумус определялся по Кюппу.

II. Описание и характеристика опытного материала

В качестве объектов исследований нам послужили почво-грунты, расположенные в пределах республики Немцев Поволожья. На каждой избранной почвенно-грунтовой разности закладывались площадки для определения полной полевой влагоемкости, а также шурфы, со стенок которых из пяти точек по вертикальному профилю до глубины 2,5 м брались образцы с нарушенной и ненарушенной структурой.

Исследованию были подвергнуты следующие почвенно-грунтовые разности:

1. Южный чернозем легко-суглинистый, залегающий на третьей террасе р. Волги, в Зельмановском кантоне, в 2 км на С-З от с. Куккус.

2. Южный чернозем средне-суглинистый, расположенный на верхней террасе р. Волги в Зельмановском кантоне, в 5 км к востоку от сел. Деллер.

3. Южный чернозем повышенной мощности, тяжело суглинистый, расположенный на верхней террасе р. Волги в северной части Зельмановского кантона, в 10 км к востоку от сел. Вангердт.

4. Южный чернозем тяжело-суглинистый, как и предыдущая разность, расположенный на верхней террасе р. Волги в северной части Зельмановского кантона.

5. Каштановая тяжело-суглинистая, слабо-солонцеватая разность, расположенная в районе Старо-Полтавского кантона, в 2 км на Ю-В от б. хут. Немецкого.

6. Каштановая слабо-солонцеватая, средне-суглинистая, расположенная в Старо-Полтавском кантоне, в 2 км на Ю-В от поселка совхоза им. Сталина.

7. Каштановая средне-солонцеватая, тяжело-суглинистая — южная часть Старо-Полтавского кантона, в 2,5 км к западу от Валуйского пруда.

8. Каштановая сильно-солонцеватая, глинистая, расположенная на второй надпойменной террасе р. Волги, к северо-востоку от с. Иловатки, Старо-Полтавского кантона.

9. Песчаная разность, расположенная в 0,5 км от д. Песковатки, Старо-Полтавского кантона.

Из приведенного перечня почво-грунтов можно видеть, что подавляющее большинство их принадлежит к разностям, обладающим тяжелым механическим составом. Такого рода выбор был сделан далеко не случайно. Нами было учтено, что большая ответственность в деле установления капиллярной и полной влагоемкости должна принадлежать именно таким разностям, которые обладают более тяжелым механическим составом.

Согласно принятому порядку, при обсуждении результатов, характеристику опытного материала мы даем отдельно, объединив в две самостоятельные группы почво-грунты, относящиеся к южным черноземам и к каштановым разностям.

а) Почво-грунты типа южного чернозема

Разности южного чернозема (№№ 1, 2, 3, 4), отличающиеся одна от другой по механическому составу, представлены легко-суглинистыми, средне-суглинистыми и тяжело-суглинистыми почво-грунтами.

Для характеристики их механического состава приводятся данные анализов (см. таблицу 1).

Если проследить, в какой мере изменяется механический состав в избранных почвенно-грунтовых разностях, то можно обнаружить, что наибольшим колебаниям подвергается коллоидальная фракция, обладающая частицами, имеющими диаметр меньше 0,001 мм. Увеличение этой фракции особенно резко обнаруживается в тяжело-суглинистых разностях №№ 3 и 4, в то время как в легко-суглинистой № 1 и средне-суглинистой № 2 доминируют фракции с частицами больше 0,05 мм в диаметре.

Одновременно в таблице 1 указано количество солей, которое было отмыто соляной кислотой (0,05 N) при подготовке пробы к механическому анализу. По отдельным глубинам соли распределены далеко не равномерно. Количество их колеблется в пределах от

Механический состав

Таблица 1

Наименование почво-грунтов	Глубина в см	Фракции в % на абс. сухую навеску						
		1,0— 0,25	0,25— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,001	0,001	Соли
№ 1—южный черно- зем, легко-суглинистый	0—10	2,71	32,20	24,89	22,93	3,56	12,55	1,16
	30—40	2,60	40,14	19,19	18,91	6,48	11,77	0,90
	60—70	1,64	42,21	14,46	17,19	8,23	11,83	4,44
	100—110	2,32	40,39	17,16	11,23	7,35	12,66	8,89
	250—260	6,69	46,46	12,63	6,52	4,68	13,14	9,88
№ 2—южный черно- зем, средне-суглини- стый	0—10	1,34	28,87	21,24	23,71	7,77	15,74	1,33
	20—30	0,88	26,82	22,51	21,46	8,58	18,42	1,33
	30—40	0,93	22,03	23,86	18,69	7,88	23,08	3,53
	100—110	0,61	20,20	23,61	20,14	7,69	11,38	16,37
	250—260	1,16	12,60	27,89	19,88	9,89	18,62	9,06
№ 3—южный черно- зем, повышенной мощ- ности, тяжелый сугли- нок	0—10	—	10,76	27,05	27,12	8,44	24,19	1,84
	25—35	—	15,17	24,75	23,48	7,97	25,69	2,94
	60—70	—	11,64	28,95	22,38	7,69	27,68	1,70
	100—110	—	9,37	30,16	21,41	6,89	23,12	9,05
	250—260	—	5,07	32,78	28,05	6,16	17,25	10,69
№ 4—южный черно- зем, тяжело-суглини- стый	0—10	0,30	8,37	33,46	20,14	9,97	27,06	0,70
	25—35	1,07	10,97	28,76	20,84	7,87	30,28	0,21
	40—50	0,63	11,97	30,52	17,60	6,83	30,83	1,62
	100—110	0,52	15,54	30,55	21,33	5,64	15,07	11,35
	250—260	0,12	7,07	30,32	43,88	0,72	4,98	12,31

21% до 16,37%, при этом главная масса солей приходится на долю карбоната кальция (CaCO_3) и лишь для отдельных глубин обнаруживается повышенное количество сернокислых солей в виде гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

По содержанию легко-растворимых солей приведенные почво-грунтовые разности довольно близко подходят друг к другу. Ниже мы дадим характеристику лишь одной из них — № 3, тяжело-суглинистому южному чернозему.

Данные химических анализов водных вытяжек

Таблица 2

Глубина в см.	Данные в % на абс. сухую навеску						
	Общая щелоч. в HCO_3	Остаток		Окисля- емость	SO_4''	Cl'	Ca''
		Сухой	Прок.				
0—10	0,023	0,129	0,062	0,511	0,015	Нет	0,005
25—35	0,027	0,088	0,046	0,280	0,011	"	0,008
60—70	0,036	0,086	0,046	0,162	0,011	"	0,007
100—110	0,04	0,062	0,035	0,218	0,008	"	0,005
250—260	0,021	0,762	0,611	0,398	0,414	"	0,067

Приведенные данные подтверждают высказанные выше соображения относительно характера засоления почво-грунтов.

Но если по качественному и количественному содержанию водорастворимых солей почво-грунты весьма близки друг другу, то

этого никак нельзя сказать в отношении органических веществ. Для определения валового содержания органических веществ по вертикальному профилю в пределах каждой из перечисленных выше почво-грунтовых разностей на различных глубинах был определен гумус.

Гумус по Кнопцу

Таблица 3

Глубина в см от поверхности Название почво-грунтов. разностей	0—10	25—35	30—40	40—50	60—70	100—110
№ 1—южный чернозем, легко-суглинистый	2,19	—	1,74	—	1,06	0,51
№ 2—южный чернозем, средне-суглинистый	4,06	4,51	2,88	—	1,08	—
№ 3—южный чернозем, повышенной мощности, тяжело-суглинистый	6,11	4,90	—	3,36	2,36	0,78
№ 4— южный чернозем, тяжело-суглинистый	3,35	3,02	—	2,40	—	0,38

Таким образом, можно видеть, что исследуемые почвенно-грунтовые разности в довольно значительной мере обогащены органическим веществом, включая и наиболее легкую по механическому составу разность № 1. В тех случаях, когда органическое вещество в почво-грунтах содержится в повышенном количестве, как это имеет место для почво-грунта № 3, мы вправе ожидать, что это наличие органических веществ должно отразиться на абсолютном показании капиллярной и полной влагоемкости. Почво-грунты, имеющие в своем составе повышенное содержание органических коллоидов, обладают большими поглощающими воду способностями, другими словами, капиллярная и полная влагоемкость в указанных условиях несомненно должна возрасти.

б) Почво-грунты каштанового типа

Как и выше рассмотренные южные черноземы, почво-грунты каштанового типа разнятся между собой по механическому составу, отличаясь, кроме того, друг от друга различной степенью солонцеватости, а именно:

№ 5—тяжело-суглинистые, каштановые, слабо-солонцеватые;

№ 6—средне-суглинистые, каштановые, слабо-солонцеватые;

№ 7—тяжело-суглинистые, каштановые, средне солонцеватые;

№ 8—глинистые, каштановые, сильно солонцеватые.

Механический анализ, проведенный методом Робинсона, для всех образцов дал следующие результаты:

При сопоставлении данных механического состава можно видеть, что наиболее резко выделяются почво-грунты глинистой каштановой сильно-солонцеватой разности № 8. Глинистость ее зависит преимущественно от повышенного содержания мелко-дисперсной фракции, обладающей частицами, диаметр которых меньше 0,01 мм. Эти фракции составляют более 80—98% от общего веса почво-грунта.

Механический состав

Таблица 4

Наименование почво-грунтов	Глубина	Фракции в % на абс. сухую навеску							Соли
		1,0 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	0,001		
№ 5 — тяжело-суглинистые, каштановые, слабо-солонцеватые	0—10	0,40	13,54	29,83	26,45	5,66	23,07	1,05	
	20—30	0,36	21,19	28,27	19,78	7,77	21,23	1,46	
	60—65	0,35	19,36	22,68	16,78	2,58	22,98	15,37	
	100—110	0,30	21,18	25,46	14,74	—	25,00	13,32	
	250—260	0,21	6,19	26,16	23,97	8,85	21,57	13,04	
№ 6 — средние-суглинистые, каштановые, слабо-солонцеватые	0—10	1,05	20,07	27,33	19,20	6,42	24,63	1,30	
	20—30	0,89	19,78	26,65	20,01	5,76	25,83	1,08	
	30—40	0,92	14,95	25,74	11,13	3,78	26,81	16,67	
	70—80	1,11	16,17	23,78	12,38	4,76	26,55	12,25	
	250—260	2,66	20,01	27,32	12,87	4,48	26,77	5,89	
№ 7 — тяжело-суглинистые, каштановые, средне-солонцеватые	0—10	—	12,82	25,79	33,64	5,88	21,55	0,32	
	25—35	—	14,66	22,25	29,82	6,66	26,04	0,57	
	40—50	—	7,29	25,53	27,01	4,77	18,66	16,74	
	75—85	—	11,39	22,48	24,79	4,14	20,56	16,64	
	250—260	—	15,57	27,18	22,58	2,29	20,13	12,25	
№ 8 — глинистые каштановые, сильно солонцеватые	0—10	1,15	3,18	15,42	16,26	13,86	50,13	Следы	
	10—20	0,51	6,16	13,74	11,13	11,28	57,18		
	30—40	0,39	8,50	11,81	10,73	7,73	56,35	4,49	
	130—140	0,06	—	1,68	5,06	10,81	69,15	13,24	
	250—260	0,09	—	3,24	6,13	10,88	67,45	12,21	

Две другие № 5—каштановая, тяжело-суглинистая, слабо-солонцеватая и № 7, тяжело-суглинистая, средне-солонцеватая, каштановая—содержат частиц меньше 0,01 мм в диаметре от 50 и более процентов, т. е. как одна, так и другая, относятся к тяжело-суглинистым разностям и вместе с этим они все же отличаются соотношением отдельных фракций. Во-первых, у каштановой № 7 обнаруживается несколько пониженное содержание крупнозернистых фракций, имеющих диаметр частиц больше 0,01 мм, при этом максимальная крупность частиц не превосходит 0,25 мм в диаметре, во-вторых, фракция 0,01—0,005 мм значительно превосходит таковую в каштановой № 5.

Анализируя столь подробно соотношение отдельных фракций, которые несомненно оказывают влияние на сложение, а вместе с тем и на величину влагоемкости почво-грунтов, мы тем самым желаем оттенить внутреннюю разницу, которая не может быть определена одним классификационным термином—тяжело-суглинистая, глинистая и т. д.

В виду того, что по химическому составу водно-растворимых солей избранные нами каштановые почво-грунтовые разности весьма близки между собою, мы ограничимся характеристикой лишь одной из них средне-суглинистой, слабо-солонцеватой, каштановой № 6.

Приведенные данные, определяющие количественное содержание воднорастворимых солей в почво-грунтах, указывают на довольно ограниченную засоленность последних и лишь на более значительной глубине (2,5—2,6 м) отмечается повышенное содержание сульфатов, которые представлены гипсом. Необходимо указать, что и во всех остальных разностях гипс залегал в повышенном количестве, примерно, на той же глубине.

Данные химических анализов водных вытяжек

Таблица 5

Глубина в см	Данные в ‰ на абсолютно сухую навеску							
	Общая щелоч. в HCO_3	О с т а т о к		Окисля- емость	SO_4''	Cl:	Ca:	Mg''
		Сухой	Прок.					
0—10	0,028	0,030	0,035	0,035	0,009	—	0,116	0,006
20—30	0,046	0,060	0,042	0,016	0,006	Следы	0,027	0,006
30—40	0,040	0,050	0,032	0,107	Следы	"	0,013	0,005
70—80	0,040	0,121	0,055	0,091	0,019	"	0,008	Следы
100—110	0,048	0,137	0,063	0,079	0,020	"	0,017	"
250—260	0,024	0,937	0,871	0,060	0,638	0,006	0,116	0,043

Кроме сульфатов кальция, содержатся в относительно боль-
шом количестве и карбонаты, что подтверждается как пробой на
вскипание, так и данными, указывающими на количество солей,
растворившихся в 0,05N соляной кислоте при химическом анализе
—общее количество солей в данном случае довольно часто дости-
гает 16% (см. табл. 4).

Наконец, по наличию органического вещества данные почво-
грунты отличаются от южных черноземов.

Гумус по Кюппу

Таблица 6

Глубина в см.	0,10	10—20	20—30	30—40	40—50	60—65	70—80	100—110
Название почвенно-грун- товых разностей								
№ 5—тяжело-суглини- стая, каштановая, слабо- солонцеватая	2,42	—	2,26	—	—	0,45	—	—
№ 6—средне-суглини- стая, слабо солонцеватая, каштановая	2,27	—	1,10	0,76	—	—	0,34	0,23
№ 7—тяжело-суглини- стая, средне-солонцеватая, каштановая	2,10	—	1,05	—	0,43	—	0,26	—
№ 8—глинистая, силь- но солонцеватая, кашта- новая	2,86	2,37	—	1,14	—	—	—	—

По содержанию гумуса каштановые почво-грунтовые разности
весьма близки между собой. Основное их различие, кроме механи-
ческого состава, заключается в химической природе, в степени со-
лонцеватости. Значение этого фактора на результаты насыщения
являются несомненным.

Геологические и гидрогеологические условия Ферганской котловины в связи с проблемой применения калифорнийских колодцев¹

Область, заключенная между 39° и 43° восточной долготы (от Пулково) и 39°30' и 42° северной широты, окруженная Кураминским, Чаткальским, Ферганским (на севере), Алайским и Туркестанским (на юге) хребтами, носит название Ферганы. Равнинная часть Ферганской долины вытянута почти в широтном направлении; длина ее примерно 250 км (Ходжент—Андижан), ширина 65 км (Наманган—Маргелан). Широкая в восточной части, в западной она суживается до 8—9 км и через так называемые Ходжентские ворота соединяется с Голодной степью. Общий уклон местности с востока на запад вдоль реки Сыр-дарья, протекающей по северной окраине долины. Абсолютные отметки поверхности долины изменяются от 500—550 в восточной ее части до 300 в западной. Помимо указанного уклона, имеется еще слабый уклон к реке.

По устройству поверхности рассматриваемую область можно разделить на четыре зоны, различные как по рельефным условиям, так и по геологическому и гидрогеологическому строению.

1. Высокогорная зона, составленная склонами Кураминского, Чаткальского, Ферганского Алайского и Туркестанского хребтов, окружающих котловину.

2. Зона предгорий, отличающаяся большой абсолютной высотой и резко пересеченным рельефом. В северо-западной части Ферганы эта зона прилегает непосредственно к горам и отделена межгорными долинами от адыр. В северо-восточной и юго-западной частях зона предгорий является переходной между зонами адыр и горной. В южной части Ферганы она отделена от адыр и гор широтными межгорными тектоническими долинами (Наукатская, Ляканская и др.).

3. Зона адыр, являющаяся внутренней предгорной зоной, окаймляющей собственно Ферганскую долину. Адыры—это увалистые возвышенности с мягким рельефом, высотой над дном долины до 500 м.

4. Равнинная часть Ферганской долины представляет собой котловину, выполненную четвертичными отложениями. Равнинный характер местности нарушается долинами рек, осложненными и тер-

¹ Тема прорабатывалась по заданию и на средства Ленинградского Гидропроиза.

расами, барханными и бугристыми песками, расположенными в центральной части и покрывающими значительную площадь.

Основной водной артерией Ферганской котловины является река Сыр-дарья, образованная слиянием у к. Рават рек Кара-дарья и Нарын. Сыр-дарья в пределах котловины имеет много притоков, из которых ниже будут упомянуты только самые крупные. Главной составляющей Сыр-дарью является Нарын, берущий начало от ледников, находящихся в пределах горных хребтов Терской-Ала-тау и Кок-Шаал-тау. Общая площадь оледенения в бассейне Нарына равна, примерно, 800 км². Вторая составляющая Сыр-дарью—Кара-дарья образуется слиянием рек Кара-кульджа, Тар и др., истоки которых находятся в пределах Алайского и Ферганского хребтов. Нарын и Кара-дарья в горной части района текут в узких и глубоких ущельях, с уклонами 0,007—0,009, уменьшающимися по мере удаления от гор и в низовьях достигающими 0,0005.

Эти реки принимают на своем пути много притоков, из которых самые крупные Паша-ата-сай, Кассан-сай, Гава-сай, Майли-су, Кара-унгур, Кугарт (правые) и Исфара, Сох, Шахимардан, Исфайрам, Араван, Ак-бура, Куршаб (левые). Все реки, как и Нарын и Кара-дарья, в горной части района текут в узких ущельях с довольно высокими берегами и лишь при пересечении межгорных котловин их долины теряют свой каньонообразный вид. В месте выхода в Ферганскую котловину значительная часть рек теряется в собственных конусах выноса и разбирается на орошение, и только некоторые доносят свои воды до основных водных артерий.

По характеру преобладающего питания реки Ферганы делятся на 3 типа:

1. Реки ледникового питания. В них в зимние месяцы держатся низкие расходы с абсолютным минимумом в марте, реже в феврале. С мая начинается медленное поднятие, в июне более резкое, завершающееся паводковой пикой в июле или августе, после чего происходит резкий спад (Нарын, Сох, Исфара и др.).

2. Реки снегового питания с низкими горизонтами с октября и минимумом в январе и феврале. В апреле наблюдается резкое поднятие с максимумом в мае и июне. Затем следует медленный спад, заканчивающийся в июле—августе (Кугарт, Майли-су, Кассан-сай и др.).

3. Реки смешанного питания. Некоторые из них питаются почти исключительно за счет родниковых вод. В реках этого типа минимум наблюдается обычно в марте, с апреля—подъем. В мае—июне—первый паводок снегового происхождения, в июле—второй ледникового происхождения (Сыр-дарья, Ак-бура, Араван-сай и др.).

В климатическом отношении Ферганская долина с окружающими ее хребтами отличается большим разнообразием. Центральная часть долины характеризуется пустынно-степным климатом, с малым количеством осадков, с большим недостатком насыщения и большой амплитудой колебания температур в течение дня и года. Наблюдающаяся по сравнению с типично пустынно-степными пространствами некоторая мягкость климата объясняется присутствием горных цепей, окружающих долину и защищающих ее от проникновения холодных воздушных волн. Предгорья окаймляющих Ферганскую долину горных хребтов находятся в иных климатических условиях. В этих местах наблюдается, по мере увеличения абсолютных отметок, переход пустынно-степного климата в горный с характерными для него низкими температурами и максимумом

осадков в летние месяцы. Склоны гор, окружающих Ферганскую долину, в разных частях своих находятся в неодинаковых условиях. Ветры в Фергане имеют преимущественно западное и отчасти юго-западное направление. Вследствие этого наибольшее количество атмосферных осадков выпадает на склонах, обращенных на запад и на юго-запад, наименьшее — на склонах, обращенных в противоположную сторону.

Южные склоны, засушливые даже в обычно влажной зоне на высоте 1000—1500 м над уровнем моря

Таблица 1

№ п. п.		Темп. сред. годовая (ср. из многолетн.)	Атмосферные осадки					Число дней с осадк. не менее 0,1 мм	Абсол. влажность	Относит. влажность
			Год	Весна	Лето	Осень	Зима			
1	Восточный склон котловины Кампыр-рават	11,6	430	176	33	92	129	76,6	6,96	64,47
2	Южн. склон котловины Танги варух	10,9	97	42	26	12	17	50,1	—	—
3	Сев. склон котловины Паша-ата	8,6	494	221	99	76	98	101,2	—	—
4	Вост. часть равнины (прав. бер. Сыр-дарьи) Уч-куртан	15,4	165	83	4	30	48	47,5	5,5	45
5	(Лев. бер. Сыр-дарьи) Андижан	13,2	220	84	20	41	75	59,8	6,96	65
6	Запад. часть равнины (прав. берег Сыр-дар.) Наманган	14,0	190	71	18	41	62	47,8	7,7	61
7	(Лев. бер. Сыр-дарьи) Коканд	13,4	91	31	12	13	35	34,8	7,8	64

Значительная разница в абсолютных отметках, описанных выше четырех основных зон Ферганы, своеобразная геоморфология, различие и особенности климата и гидрогеологических условий, наконец, воздействие человека, как фактора почвообразования, создают условия, вследствие которых почвенный покров рассматриваемой части Узбекистана является весьма сложным и пестрым. Здесь имеет место почти вся гамма почвенных типов: высокогорные альпийские и субальпийские горные черноземы и каштановые почвы, сероземы волнистой равнины, аграрно-ирригационные почвы оазисов и, наконец, сложные солончаковые и такырно-солончаковые комплексы, являющиеся, повидимому, крайними членами пустынного почвообразования. Наибольшее распространение в равнинной части Ферганской котловины имеют последние три из названных типов почв. По материалам Н. В. Богдановича¹, из общей площади земель нового орошения Ферганы (446.300 га), которая предназначается к освоению в связи с переустройством ирригационных систем, около 75% составляют площади, сложенные различными солончаками. По мнению этого исследователя и ряда других, указанные земли могут быть с успехом использованы сельским хозяйством после соответствующей их ме-

¹ Богданович Н. В. - Почвы Узбекистана. Труды и материалы I конференции по изучению производительных сил УзССР, том III.

Дзевенский Г. Н. — Ирригационные проблемы Узбекистана. Труды и материалы I конференции, том III.

Високоторная зона сложена преимущественно изверженными метаморфическими и осадочными породами палеозойского и, по мнению Н. Ф. Безобразовой, протерозойского возраста. Наибольшее раз-

ношение песков и т. п. Хватят эрозия и деятельности дрифтх агентов), дрифтх и бар-ван и объясняется наличием дрифтх депрессий (возникших в результате вороват, с дрифтх. Пересеченность этой равнины связана к реке Сыр-Дарья, с одной стороны, и с востока на запад в равнью часть котловина, имеет весьма незначительный общий уклон. Плоская равнина, поверхность которой представляет собой цент-

сатриваемой зоны. она составляет ориентировочно около 25—30% всей площади рассредоточены высоты. По площади своему распространению весьма пологим, но заметным склоном, или крытым уступом в не-в направлении с ней с дрифтх стороны плоскую поверхность или ех "внутренней передовой зоной". Переход волнистой равнины к дрифтх, или к дрифтх, по терминологии Н. Ф. Безобразовой называ-ность и непосредственно припадает или к зоне собственно пред-ферн. Характеризуется большими уклонами, сильной пересечен-Первая из них окаймляет Ферганскую котловину по ее периферии. Плоская равнина.

2) область плоской равнины. гидрогеологической ситуации области: 1) область волнистой равнины. шие отдаленные между собой и по рельефу, и по геологической, и по ех. Для более удобного описания выделен в пределах ее следующие и пределах которой рассматриваемая проблема и может разрешать, большого внимания, так как представляет собой ту часть Ферганы, состоящая из четырех, названная "равнинная часть", заселенная геологического строения им дается самая сложная характеристика. чского интереса и потому при описании геологического и гидро-вях Ферганской котловины первые три не представляют прати-решений проблем применимости каппиформных котловин в усло-сваевого района, по которой он был разделен на четыре зоны. При

Выше приводилась схема геоморфологического строения опиваемых типом почвы. ной части территории Ферганы, сложеной с поверхностью рассмат-ликость проведения агрометеорологических мероприятий на значитель-пронесен заболочивания и засоления. Изложенное вызывает необход-выражается на под контроле человека, весьма быстро развиваются ех. Если это последнее почему-либо ослабляется и водный режим их качество только при условии ведения высокоинтенсивного хозяй-обладает весьма своеобразным свойством сохранять постоянство сво-примерно, около 40—45% той же площади. Последний тип почвы в то время как арарно-ирригационные почвы оазисов составляют, всей площади равнинной части Ферганской котловины (1.209.900 га), что последние (болотные почвы) покрывают не меньше 10—15% от ших моментов нет. Однако, в первом приближении можно считать, ррующихся площадь их распространения, к сожалению, в настоя-ригационные почвы оазисов и болотные отложения. Цифр, иллюст-низинной части Ферганы почвенными типами являются арарно-ир-важно, первое место. Селушными весьма распространены в торах, при которой дренаж и промывки земель будут занимать,

витие имеют граниты, порфиры, различные сланцы и известняки. Меньшее распространение получили песчаники и конгломераты. Горнообразовательные процессы неоднократно дислоцировали эти толщи, вследствие чего они разбиты трещинами и часто обладают водопроницаемыми свойствами. В этом отношении наибольший интерес представляют изверженные породы и известняки, по трещинам которых часто выклиниваются значительные количества воды (родники Шиман-булак, Таш-ата и др.). За исключением немногих, этот вид родников к концу лета обычно пересыхает. Плотные остатки их вод колеблются в пределах от 0,3 до 1,5 грамма на литр.

2 В предгорной зоне, а местами и в высокогорной, преимущественное развитие имеют песчаники, известняки, мергеля и конгломераты мезозойского и третичного времени. Эти толщи смяты в складки и обычно сильно разрушены, вследствие чего сохранились в виде отдельных пятен, различных по своим размерам. Области, сложенные описываемыми свитами, представленными чередующимися водопроницаемыми и водонепроницаемыми толщами, имеют местного значения напорные межпластовые воды. Количество источников, приуроченных к этим отложениям, значительно, и часть их относится к минеральным термам (курорт Джелал-абад). Плотные остатки вод источников измеряются от 0,15 до 11—12 граммов на литр.

3 Зона адыр сложена довольно однообразным комплексом горных пород. В неогене в пределах Ферганской котловины, после регрессии последнего палеогенового моря, устанавливается режим, характерный для соленых озер, и происходит формирование континентальных отложений, выполнивших к четвертичному периоду всю эту котловину. Первым членом этих отложений являются серые конгломераты, переслаивающиеся с мергелевидной желтой породой и с серыми песчаниками. Сверху эта свита прикрывается лессовидными суглинками, часто перемешанными с галькой и гравием. По мнению Н. В. Подоба, адыры представляют собою слившиеся конуса выноса древних потоков¹, выходивших некогда из пределов ранее описанных зон. Как указывалось, возраст толщи конгломератов определяется верхнетретичным, но есть указание, что верхнюю ее часть нужно считать уже четвертичной. Подземные воды этой зоны, по всей вероятности, залегают в виде нескольких ярусов, приуроченных к более рыхлым водопроницаемым прослоям. Воды родников, выходящих из отложений адыр, обычно хорошего качества, и плотные остатки их колеблются от 0,15 до 1,0 грамма на литр.

4 Волнистая равнина сформировалась также в результате соединения друг с другом конусов выноса оврагов, спускающихся с адыр, и слияния сухих дельт притоков Сыр-дарьи, Кара-дарьи и Нарына. Поверхность некоторых таких дельт-конусов (например Сохский) измеряется сотнями квадратных километров. Геологическое строение рассматриваемой области весьма своеобразно. Там, где эта равнина возникла в результате преимущественной деятельности спорадически возникающих потоков с поверхности на различную глубину, залегают мелкоземистые отложения, перемешанные с гравием и галькой. Под ними выработками вскрываются грубообломочные разности, представленные плохо окатанной галькой и гравием или, что чаще, щебнем и хрящем. Вся толща обычно обогащена гипсом, пронизывающим мелкоземы и выполняющим пустоты в грубозернистых породах. Последние быстро выклиниваются, и глинисто-суглинистые

¹ По В. Н. Веберу—мертвые дельты.

разности резко увеличивают свою мощность по мере удаления от зоны адыр. Грунтовые воды, как правило, приурочены к нижним толщам, слагающим рассматриваемую область. Степень их минерализации самая различная и изменяется по величине плотного остатка от долей до десятков граммов на литр. Прилагаемая к статье схема глубин залегания грунтовых вод и приуроченности их к отложениям различных генетических типов наглядно показывает распределение площадей с описанными условиями. Там, где волнистая равнина сформирована отложениями сухих дельт (конусов выноса) боковых притоков основных водных артерий Ферганы, геологическое ее строение несколько иное. В приадырной зоне с поверхности на глубину десятков, а иногда и сотни с лишним метров, залегают галечники, образующие обширные поляны, составляющие, по данным Г. Я. Дзевенцкого, вместе с песчаными пространствами 13% (около 100 000 га) от общей площади описываемой котловины. Местами их поверхность прикрыта толщей в 0,50—0,75 м супеси и легких суглинков. Такие площади обычно освоены местным населением и представляют небольшие культурные оазисы. По периферии волнистой равнины галечники погружаются под поверхность мелкоземов, увеличивающихся в мощности или постепенно, или весьма резко, и в этом случае покровные образования быстро достигают 3—5 и больше метров по мощности.

Грунтовые воды в пределах этой части волнистой равнины залегают на различной глубине. Близ адыр, у вершины конусов выноса они находятся, по подсчетам ряда исследователей, во всяком случае, на глубине, не имеющей для рассматриваемой проблемы практического значения и измеряемой десятками метров. По мере продвижения от адыр к плоской равнине, зеркало грунтовых вод приближается к дневной поверхности, что объясняется резким изменением, в сторону уменьшения, уклона поверхности земли и как бы подпруживанием грунтового потока, движущегося от адыр к оси котловины, вызываемого изменением гранулометрического состава водопроницающих пород. В этой части рассматриваемой геоморфологической зоны подземные воды вскрываются на глубине нескольких метров и часто обладают уже некоторым напором. Степень минерализации грунтовых вод, связанных с отложениями таких конусов выноса, обычно незначительна и измеряется долями грамма на литр. Так, например, химический анализ пробы воды, взятой из шурфа у кишл. Саотыве 7. VIII—1934 г., дал такой результат:

Плотный остаток — 0,707 (?) мг/литр

Cl	— 0,0097	"
SO ₄	— 0,0016	"
HCO ₃	— 0,8394	"
Ca	— 0,1645	"
Mg	— 0,5110	"
Na+K	— 0,0417	"

4 → 2

Переход от волнистой равнины к плоской совершается через весьма своеобразную по гидрогеологическим условиям полосу, называемую в литературе обычно „зона выклинивания“. Эта полоса, шириной иногда в 2—3 км, в зависимости от геологической и гидрогеологической ситуации местности, в одних случаях геоморфологически составляет одно целое то с рассмотренной выше волнистой равниной, то с примыкающей к ней плоской. Первый случай наблюдается обычно там, где реки по выходе в Ферганскую котловину встречали на своем пути препятствия в виде формирующихся вну-

тренних гряд адыр (напр., адыры Ала-мышик или, как называют их некоторые, Андижанские), вследствие чего отложения их конусов выноса лежат впритык с отложениями последних (конуса выносов р.р. Ак-бура и Араван). Второй—там, где реки выходят непосредственно в котловину, и отложения их конусов выноса накладывались либо на древние четвертичные толщи, ее выполнившие (Исфара, Сох и др.), либо на поверхность аллювиальных террас основных водных артерий Ферганы (вторичные конуса Ак-буры и др.).

В зоне выклинивания, как правило, под весьма небольшим мелко-земистым покровом (1,0—1,5 и редко больше) вскрываются галечники, залегающие мощным слоем в 10 и больше метров. Грунтовые воды находятся здесь настолько близко от дневной поверхности, что пересекаются с ней даже в самых незначительных депрессиях, образуя одиночные и групповые выходы родников. Часть их относится к типу восходящих и обладает весьма значительными расходами, измеряемыми десятками и сотнями литров в секунду. Эта же полоса характеризуется интенсивным, а местами (например, низовья Араван-сая) катастрофическим заболачиванием. Грунтовые воды, будучи заключенными в галечниках и обладая, как указывалось, некоторым напором, насыщают вышележащую глинисто-суглинистую массу настолько, что без интенсивного дренажа сельское хозяйство совершенно невозможно. Практикуемый местным населением дренаж при помощи открытых (заур) и местами закрытых (кумма) канав не всегда дает положительный эффект, значительно сокращает размеры посевных площадей и часто делает невозможным переход на механизированное хозяйство. Качество подземных вод ничем не отличается от качества воды в отложениях конусов выноса, вполне пригодны для различных нужд и в том числе для орошения.

Таблица 2

№ п. п.	Место взятия пробы на анализ	Дата	Результаты анализа в мг/литр						
			Плот. остат.	Cl	SO ₄	HCO ₃	Ca	Mg	Na+K
1	Родник в кишл. Туляш (Сохский бассейн) . .	4.V-1935	212,0	4,0	88,0	62,0	35,0	12,0	6,0
2	Скважина в кишлаке Кырк-кетмень (Сохский бассейн) . . .	21.IV—1935	835,0	23,0	277,0	496,0	182,0	41,0	7,2
3	Шурф в кишл. Найман (Карадарьинский бассейн)	—	725,0	20,9	99,7	598,7	—	—	—
4	Шурф в кишл. Каракуртан (Карадарьинский бассейн)	16.IX—1935	632,0	23,0	224,0	388,0	—	—	—
5	Родник Булак-баши Карадарьинский бассейн)	10.VIII—1934	325,0	10,1	54,4	148,7	—	—	—

Количества их значительны, и учет только выклинивающейся естественным и искусственным (копанки, дрены) путем воды даже для наиболее неблагоприятных систем (Исфара) дает один—два кубометра в секунду.

Приводимая ниже таблица изменения расхода выклинивающихся вод по зоне выклинивания для двух типичных конусов выноса Ферганы, заимствованная из материалов Сазгипровода, дает представление о режиме расходов родников и дрен.

Таблица 3

Периферия конуса выноса	Суммарный расход в кубических метрах по месяцам											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Р.Сох	19,133	17,400	19,497	19,105	17,219	15,683	14,125	15,524	16,168	19,505	20,674	20,010
Р.Ис-фара.	1,685	1,550	1,745	1,355	1,005	0,740	0,610	0,865	1,100	1,475	2,000	1,565

Плоская равнина сложена преимущественно отложениями двух литических типов—пролювиальными и аллювиальными. Последние в западной части котловины вытянуты узкой полосой вдоль р. Сыр-дарьи. На востоке площадь их распространения более значительна, и они слагают основные массивы рассматриваемой равнины. Разведочные выработки, пройденные в аллювиальных отложениях в разное время, обнаруживают значительную их пестроту. Как правило, с поверхности на глубину 10—12 м, иногда меньше, вскрывается переслаивающаяся толща глин, суглинков и супесей, подстилаемая или различной крупности зерна песком, сильно оплывающим в некоторых случаях, или мелкими галечниками и гравием. Приводимые ниже разрезы скважин, заложенных Сазгипроводом в 1935 году, иллюстрируют сказанное выше. (Выработки описываются по поперечнику в направлении от волнистой равнины к реке).

Скважина №107

Заложена близ кишл. Султан-Мурат-бек-чек (на границе волнистой и плоской равнины).

1. Суглинок темно-серый 0,50—0,50
2. Глина серая, с охристыми пятнами 0,80—1,30
3. Суглинок темно-серый, с охристыми пятнами 0,60—1,90
4. Супесь серая, с сизоватым оттенком 1,40—3,30
5. Глина серая, с охристыми пятнами 2,60—5,90
6. Песок серый, иловатый, средне-зернистый, оплывает . 2,35—8,25
7. Песок крупно-зернистый с гравием, оплывает 0,55

Общая глубина 8,80 м

Грунтовые воды вскрыты 15 VIII-1935 г, на глубине 2,50 метра

Скважина № 28

Заложена на заболачиваемых землях у р. Сары-су в 3,5 км на запад-юго-запад от бугра Шор-тюбе

1. Суглинок серый с желтыми пятнами 1,00—1,00
2. Супесь серая, иловатая, тонко-песчаная, с отдельными охристым пятнами 0,75—1,75

3. Глина серая с желтыми пятнами и с большим количеством кристаллов гипса . . . 1,75—3,50
4. Супесь серая, мелко-песчаная 0,70—4,20
5. Глина желтоватая 1,00—5,20
6. Супесь серая, с желтыми пятнами, мелко-песчаная 1,05—6,25
7. Супесь серая, мелко-песчаная 0,79—6,95
8. Глина серая, с охристыми пятнами 0,90—7,85
9. Супесь светло-серая, тонко-песчаная, с охристыми пятнами. 3,15

Общая глубина 11,00 м

Грунтовые воды вскрыты 20. VIII-1935 г. на глубине 1,90 м.

Скважина № 112

заложена близ старого русла заура Ташлак в урочище Сары-су в 5 км на запад от кишлака Урман-бек-чен

1. Суглинок серый. 0,80—0,80
2. Глина серая, с желтыми пятнами, с большим количеством кристаллов гипса 1,95—2,75
3. Супесь серая, тонко-зернистая, с охристыми пятнами. 1,20—3,95
4. Глина желтая, с большим количеством кристаллов гипса 1,00—4,95
5. Супесь серая, тонко-песчаная, иловатая, с включением кристаллов гипса 2,95—7,90
6. Глина серая, с охристыми пятнами, с включением кристаллов гипса. 2,90

Общая глубина 10,80 м

Грунтовые воды вскрыты 23. VIII-1935 года на глубине 2,65 м.

Широкая полоса плоской равнины в южной части Ферганской котловины, как это показано на прилагаемой карте, сложена пролювиальными отложениями, выносившимися в свое время из предгорий боковыми притоками Сыр-дарьи и спорадически действующими потоками. Эти геологические агенты, откладывая крупный материал в месте выхода их в пределы описываемого района, проносили более мелкие фракции ближе к оси котловины. Изменявшийся режим поверхностных водотоков создал весьма сложный в литологическом отношении комплекс пород. Поменяемый ниже идеализированный профиль, составленный Г. И. Архангельским, по данным исследований Сазгипровода, для бассейна р. Исфара показывает условия залегания крупно и мелко-обломочных разностей. Вдаваясь языками в толщи друг друга, образуя различных размеров линзы, они создают благоприятные условия для расчленения спускающегося от адыр потока грунтовых вод на отдельные горизонты, обладающие различным напором. Предполагаемое некоторыми исследователями непосредственное сообщение всех этих горизонтов между собой не имеет никакого основания и нами категорически отвергается. При-

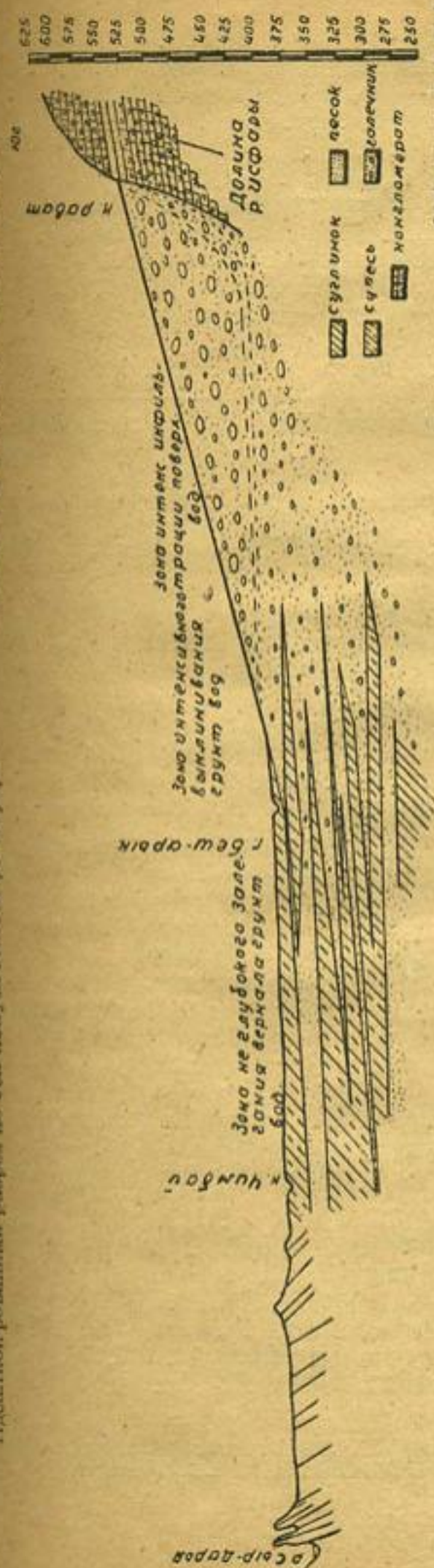


Таблица 4.

№ п.п.	Местонахождение	На каких глубинах встречены		Расход воды в час	Примечание
		Суглинки	Галечники		
1	Уч.-курган Нарынский	0,3	3—65,58	1440	Самонзлив Самонзлив с глубины 108 м
2	Андижан-вокзал . . .	0—6,2; 45,6—46,9; 61,3—62,3; 83,8—90,2; 141—142,5	6,2—45,6; 46,9—61,3; 62,3—83,8; 90,2—141; 142,5—150	1350—1875	
3	Наманган-пивзавод . . .	0—12,8	12,8—59,9	3000	
4	Г. Фергана-ледеделка . . .	0—1,16	1,16—38,5	500	
5	Ст. Вановская . . .	0—105	105,149	3000	
6	Ст. Коканд I . . .	См. разрез	Свед. нет	14000	
7	Каньбадам . . .	Разреза нет	Свед. нет	—	

Помещаемые разрезы артезианских скважин, заложенных на ст. Коканд и в районе Иеш-арыка дают типичные разрезы для западной и восточной части Ферганского артезианского бассейна.

¹ Буровые колодцы, помещенные под порядковым номером 3, 4 и 5, проходились частной буровой конторой и достоверность их разрезов сомнительна.

Артезианская скважина на ст. Коканд¹

1. Лессовидный суглинок, темно-серый	1,6 м
2. Песок темно-серый, слюдистый, средне-зернистый	0,5 "
3. Лессовидный суглинок, темно-серый с гравием	3,0 "
4. " " желтовато-серый	15,9 "
5. " " темно-серый	3,0 "
6. " " светло-серый	4,0 "
7. " " светло-серый с ржавыми пятнами	4,5 "
8. Песок светло-серый глинистый, водоносный	1,8 "
9. Галечник с большим количеством песка	2,0 "
10. Песок темно-серый	0,5 "
11. Галечник с большим количеством песка и гравия	5,4 "
12. Галечник глинистый	0,8 "
13. Галечник аналогичный слою 11	7,34 "
Общая глубина	50,34 м

Артезианская скважина в кишл. Кипчак

Кировский (Беш-арыкский) район. Заложена Средазразведкой в 1935 г по заданию Сазгипророда

1. Супесь серая, тонко-зернистая, влажная	2,00 м
2. Песок серый мелко-зернистый, влажный	4,10 "
3. Суглинок желтовато-серый с известковыми конкрециями	1,90 "
4. Супесь серая тонко-зернистая	4,00 "
5. Суглинок серый с известковыми конкрециями	2,75 "
6. Супесь серая с гравием и мелкой галькой	0,30 "
7. Песок серый с гравием и галькой,	3,05 "
8. Суглинок серый плотный	0,95 "
9. Песок серый мелко-зернистый	2,55 "
10. Галечник с песчано-гравелистой пересыпкой	0,60 "
11. Супесь темно-серая, тонко-песчаная	0,50 "
12. Песок темно-серый, разнородный по крупности зерен	6,90 "
13. Глина серая	3,35 "
14. Суглинок темно-серый	0,75 "
15. Песок темно-серый, с гравием	0,80 "
16. Галечник глинистый	2,45 "
17. Глина светло-желтая с сизыми пятнами	2,10 "
18. Супесь светло-серая, с гравием	3,45 "
19. Суглинок, переходящий в серую супесь	9,05 "
20. Глина светло-серая	3,90 "
21. Песок темно-серый, глинистый	0,60 "
22. Галечник из гальки диаметром до 2—3 см	1,70 "
23. Суглинок, переходящий в супесь светло-серого цвета	4,00 "
24. Глина светло-желтая, с гравием	2,80 "
25. Супесь серовато-желтая, с гравием и галькой	0,70 "
26. Галечник, аналогичный слою 22	0,25 "

¹ Ланге О. К. — Гидрогеологический очерк Куйтагъярского р-на Ферганской котловины. Материалы по гидрогеологии Узбекистана, вып. 6. Ташкент, 1933.

27. Суглинок серовато-желтый, с известковыми конкрециями	4,75 м
28. Песок темно-серый, переходящий в мелкий галечник	1,00 "
29. Суглинок серовато-желтый, с прослоями песка	7,80 "
30. Глина серовато-желтая, плотная	3,30 "
31. Суглинок серовато-желтый	2,45 "
32. Песок серый, мелко-зернистый	2,20 "
33. Глина серовато-желтая, плотная	1,70 "
34. Песок серовато-желтый, с прослоями суглинка	16,10 "
35. Глина мергелистая, светло-желтая	0,60 "
36. Песок серый с гравием и галькой	4,40 "

Общая глубина 109,80 м

Глубина залегания грунтовых вод, приуроченных к отложениям плоской равнины, различна и колеблется от 0 в западинах и на заболоченных участках (Багдадские, Сары-суйские болота и др.), до нескольких метров на остальной площади. При близком залегании зеркала грунтовых вод поверхностные отложения мелкоземов, как правило, обогащены воднорастворимыми солями, часто выносимыми на дневную поверхность, где они вызывают образование солонцов и солончаков, вследствие чего значительные площади этой области требуют интенсивной мелиорации. Равнинность поверхности и слабая ее пересеченность затрудняют применение горизонтального дренажа, который приходится часто проектировать в глубоких выемках, что является одной из причин, задерживающих освоение таких участков. Качество грунтовых вод плоской равнины весьма различно. На осваиваемых площадях, расположенных, как правило, близ Сыр-дарьи и ее главных составляющих и широкой полосой вдоль железной дороги Ходжент—Андижан, оно удовлетворительно (плот. остатки 1,5—3,0 гр на литр), в неосваиваемых или на землях слабо орошаемых—значительно хуже, и иногда они совершенно непригодны ни для каких целей (плотн. остатки от 3,0 до 25—30 гр на литр).

Таблица 5

№	Место взятия пробы на анализ	Дата	Результаты анализа в мг/литр						
			Плотн. остат.	Cl	SO ₄	HCO ₃	Ca	Mg	Na+K
1.	Шурф в поселке Федченко (Карадарьинский бассейн)	20. VII-34	9384,0	284,9	5344,5	507,1	—	—	—
2.	Шурф в кишл. Насыр-адичек (Карадарьинский бассейн)	19. I-35	2400,0	130,0	1152,0	394,0	223,0	141,0	254,1
3.	Колодец в кишл. Микоян (Сохский бассейн)	19. VII-35	1590,0	9,0	818,0	424,0	354,0	18,0	111,0
4.	Колодец в кишл. Абду-самат (Сохский бассейн)	12. VIII-35	5887,0	19,0	3892,0	405,0	639,0	378,0	743,0
5.	Колодец в совхозе Караул-тепе (Сохский бассейн)	18. IV-35	27676,0	2128,2	16324,9	344,5	533,3	2010,0	6502,3

Режим уровня грунтовых вод, заключенных в рыхлых послетретичных отложениях, слагающих волнистую и плоскую равнины Ферганской котловины, изучался Сазгипроводом на протяжении нескольких лет. В результате этих исследований представляется возможным установить для отдельных гидрогеологических районов котловины не только ход кривой колебания уровня грунтовых вод в пределах их контуров, но и причинность этих колебаний.

Объем настоящей статьи не позволяет вдаваться в детали по этому вопросу, вследствие чего ниже приводятся лишь общие сведения, заимствованные из гидрогеологического очерка, составленного, при участии авторов, гидрогеологической группой Сазгипровода для восточной части Ферганы. Удобнее всего рассматривать режим уровня грунтовых вод, продвигаясь от периферии котловины к ее центру.

1. Грунтовые воды, приуроченные к отложениям волнистой равнины

(конуса выносов)

а) *Зона глубокого залегания уровня грунтовых вод.* Ход кривой, отражающей колебания уровня во времени года, представлен на графике 1 (наблюдательный пост у кишла. Саптыве Хаджаабадского района), являющемся типичным для рассматриваемой зоны. Режим уровня грунтовых вод в этом случае может быть изображен формулой¹.

$$1 - \frac{IX - X}{IV} 2,10$$



Глубокое положение зеркала грунтовых вод ставит под сомнение связь между климатическими факторами и режимом уровня грунтовых вод. Сопоставление приводимых здесь кривых, иллюстрирующих изменение во времени количества выпадающих осадков и недостатка насыщения, с графиком рассматриваемого типа подтверждает это положение. Сравнение его с графиком типа IV, характер которого в известной мере определяется влиянием местного орошения (см. ниже), точно также указывает на весьма незначительный удельный вес этого фактора. Таким образом, режим уровня грунтовых вод

¹ По почину инж. Г. И. Архангельского многими исследователями режим уровня грунтовых вод принято изображать формулой, в которой: влево от черты дроби стоит римская цифра, определяющая тип графика, устанавливаемый при изучении характера графиков по всем наблюдательным постам того или иного р-на, вправо от той же черты — амплитуда колебания уровня в метрах, в числителе — месяцы, в которые уровень грунтовых вод занимает наивысшее свое положение (основной максимум), в знаменателе — месяцы, в которые этот уровень находится в наинизшем положении (основной минимум).

в зоне глубокого их залегания определяется каким-то другим фактором, которым может быть, видимо, только грунтовый поток, существующий в грубо обломочных отложениях конусов выноса и питающийся за счет фильтрации поверхностных вод боковых притоков Кара дарьи и, главным образом, за счет потерь на фильтрацию из крупных каналов, проходящих в легко проницаемых для воды породах.

б) Зона неглубокого залегания уровня грунтовых вод и выклинивания их

Графики колебания уровня грунтовых вод в этой зоне резко отличны от только что описанного типа. Типичным представителем этой группы кривых может быть признан график II, составленный по материалам наблюдений, произведенных в выработках у кишл. Найман, Араван-буринского района. Формула, отражающая режим уровня грунтовых вод, в этом случае выглядит так:

$$II - \frac{II - III}{VI - VII} 0,10$$

Сравнение графика этого типа с изменением во времени количества выпадающих осадков и величины недостатка насыщения позволяет утверждать, что основным фактором, определяющим направленность режима уровня грунтовых вод в зоне выклинивания, является климат. Общая сивеллированность кривой, отражающей поведение во времени этого уровня, объясняется влиянием искусственных, а местами и естественных дрена, интенсивно работающих в весенне-летний период. Отдельные пики на рассматриваемом графике объясняются либо поливами, либо промывками.

2. Грунтовые воды, приуроченные к отложениям плоской равнины

а) Зона неглубокого залегания грунтовых вод на неорошаемых землях

Ход кривой, отражающей поведение уровня грунтовых вод на неорошаемых землях рассматриваемой зоны, представлен на графике III, составленном по материалам наблюдений в районе кишл. Насыр-эдин-чек, Сталинского района. Формула режима уровня грунтовых вод этого типа графика такова:

$$III - \frac{III - IV}{IX - X} 1,70$$

Сличение этого графика с кривыми, составленными по данным метеорологических станций для иллюстрации количества выпадающих осадков и величины недостатка насыщения, указывает, что и в этом случае общая направленность режима уровня грунтовых вод определяется климатическими факторами. Аномалии на графике наблюдаются в мае и июне, в течение которых, при нормальных условиях, должен происходить более интенсивный спад уровней, нежели это зарегистрировано в натуре. Указанное происходит, видимо, потому, что с апреля по июнь в низовьях карадарьинских ирригационных систем оказывается значительный излишек поверхностных вод. По данным проектной части Сазгипротова, этот излишек в кубометрах по месяцам измеряется следующими цифрами:

апрель—100,8
май—130,2

Июнь—141,0
Июль— 41,4
Август— 7,6
Сентябрь—33,6

Часть этой воды попадает в сбросную сеть и, вследствие ее неблагоустроенности, затопляет низины. Фильтрация воды в грунт и почти полное прекращение испарения влаги из почвы на значительных площадях поддерживают высокое положение уровня грунтовых вод в указанные месяцы и несколько смещают во времени положение минимума.

б) *Зона неглубокого залегания грунтовых вод на орошаемых землях.* Режим уровня грунтовых вод на орошаемых землях описываемой зоны плоской равнины выделяется в IV тип условно. Формула его такая же, как и у типа II, с той разницей, что амплитуда колебания уровня грунтовых вод в данном случае достигает величины 1,40 м.

$$IV - \frac{II - III}{VI - VII} = 1,40$$

Основные причины, обуславливающие конфигурацию график колебания уровня грунтовых вод, составленного по материалам наблюдений в районе кишл. Кара-тене, Ташлаковского района, те же, что были описаны для зоны неглубокого залегания грунтовых вод, заключенных в отложениях волнистой равнины. Указанная выше величина амплитуды колебания уровня вполне естественна и объясняется отсутствием дренажной сети, обычно нивелирующей график (см. описание II типа). Июльские и августовские пики возникают вследствие поливов, что в общей конфигурации графика IV типа является отличием от предыдущего.

3. Грунтовые воды, приуроченные к отложениям молодых речных террас

Ход кривой, отражающей колебание уровня грунтовых вод в течение года, представлен на графике V (наблюдательный пост в урочище Кампыр-рават). Режим уровня этих вод, в данном случае может быть изображен так:

$$V - \frac{VI}{X - XI} = 2,40$$

Сопоставляя графики колебаний уровня грунтовых вод и факторов, его определяющих, можно установить почти полную зависимость этого режима от колебания горизонтов и расходов воды в Кара-дарье, проявляющуюся даже в деталях.

Отсутствие достаточных сведений о коэффициенте фильтрации грунтов, слагающих Ферганскую котловину, не позволяет назвать цифр, его иллюстрирующих. В первом приближении, судя по данным исследований Сазгипровода, можно принять для грунтов, слагающих волнистую и плоскую равнины, следующие значения этого коэффициента:

Галечники и гравелистые разности 1,0—1,5 мм/сек.

Пески и легкие супеси 0,2—0,06 „

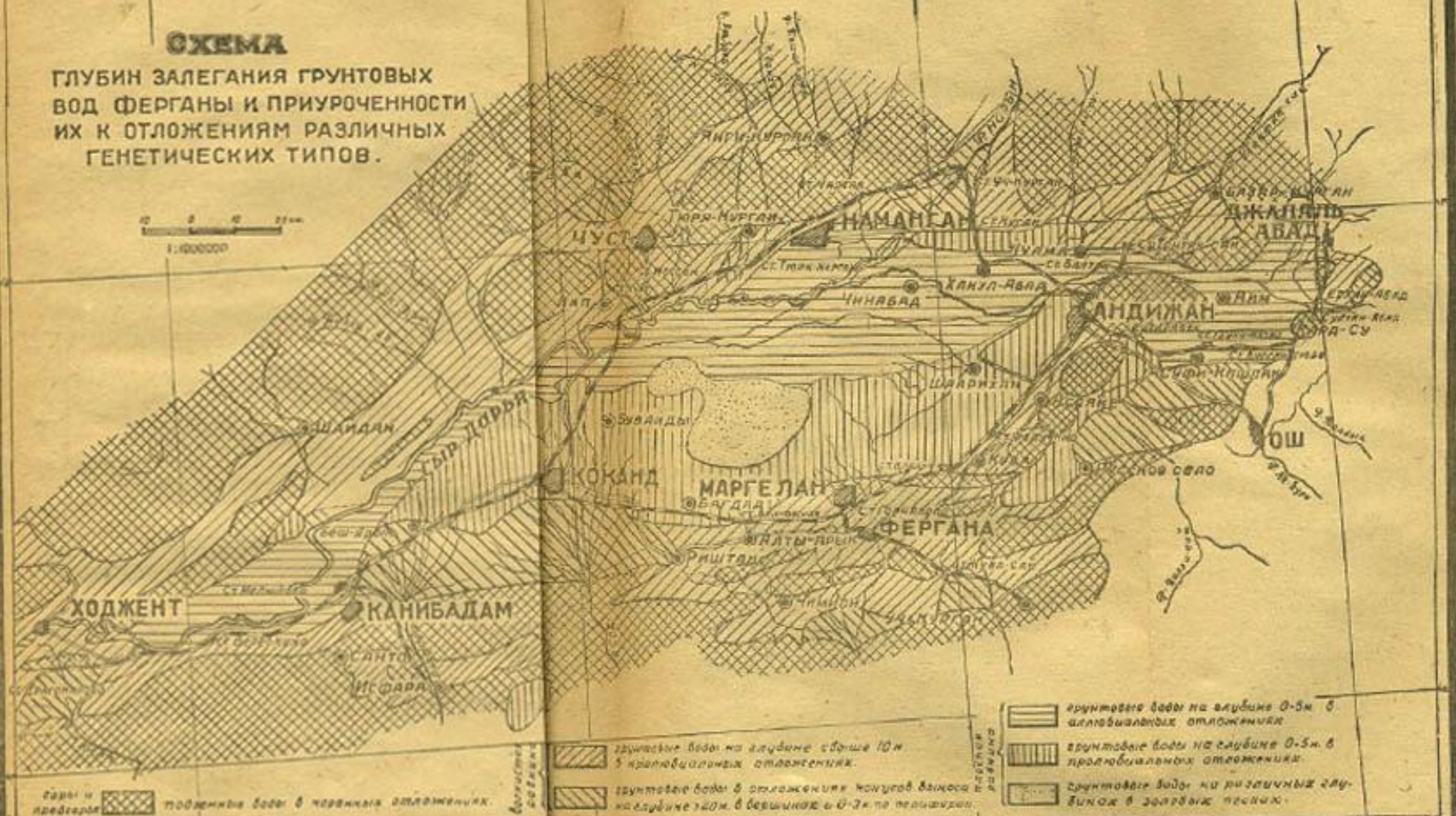
Суглинки и глины (без учета макропористости) 0,005—0,0002 „

которыми и можно пользоваться для различных предварительных подсчетов.

СХЕМА

ГЛУБИН ЗАЛЕГАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ФЕРГАНЫ И ПРИУРОЧЕННОСТИ ИХ К ОТЛОЖЕНИЯМ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ.

1:1000000



Т а б л и ц а
гранулометрического анализа грунтов Ферганской котловины для типичных их представителей

№№ п/п		Место взятие образца на анализ	Результаты гранулометрического анализа в %										Размер фракций в мм									
			>10	10—7	7—5	5—3	3—2	2—1	1,0—0,5	0,5—0,25	0,25—0,1	0,1—0,05										
Волнистая равнина																						
1	Джалал-кудукский район.	62,53	0,20	0,23	0,19	0,29	0,34	15,79	3,83	11,54	2,02	0,64	2,40									
2	Там же, верхн. горизонт.	—	—	—	—	—	—	0,80	0,50	1,40	4,20	30,50	62,60									
3	Булакбашинский район.	64,76	6,27	3,01	2,72	4,34	5,46	4,05	0,93	4,88	1,15	0,35	2,08									
4	Там же, верх. горизонт.	—	—	—	—	—	—	15,60	4,10	24,20	13,60	14,80	27,70									
5	Андижанский район	—	—	—	—	—	—	4,40	—	11,00	14,60	2,88	67,12									
6	Кировский район*	42,71	8,07	4,57	3,22	5,09	5,17	2,76	9,99	2,44	10,74	2,49	2,75									
Плоская равнина																						
1	Аимский район	—	—	—	—	—	—	0,90	0,10	2,00	21,20	40,70	35,10									
2	Сталинский район.	—	—	—	—	—	—	8,30	2,30	20,40	17,10	27,60	24,30									
3	То же	—	—	—	—	—	—	—	0,68	1,86	6,78	37,40	53,28									
4	Балыкчинский район	—	—	—	—	—	—	4,00	4,20	27,10	8,80	17,40	38,50									
5	Бешкапский район*	—	—	—	—	—	—	1,40	0,60	8,40	18,90	18,10	53,60									
6	Джарбашинский район*.	—	—	—	—	—	—	—	—	5,80	20,40	45,60	28,20									

*Помеченные звездочкой анализы относятся к западной части Ферганы, остальные — к восточной.

Напоженная выше геологическая и гидрогеологическая характеристика равнинной зоны Ферганской котловины позволяет сделать следующие заключения:

1. Гидрогеологическая ее ситуация весьма разнообразна и в пределах котловинных молот найдены самые различные условия, соответствующие любому гидротехническому, ирригационному и мелиоративному мероприятию.
2. Рав. площад., либо по устройству поверхности, либо по гидрогеологическим условиям, не может быть метрирован при помощи горизонтального или входящего ныне в моду так называемого "сухого" дренажа.
3. Недостаток поверхностных вод заставляет искать дополнительные источники орошения, которыми молот и должны явиться подземные воды района.

Применение катифорнических молотов, основательно понижаящих уровень грунтовых вод и добывающих известные ее количества, используемые на орошение или на промысли, явилось бы для отдаленных массивов Ферганской котловины наилучшим выходом из существующего положения. Относительно слабая на селювинский день изученность подобных массивов, вследствие постоянного отнесения их к землям, осваиваемым во вторую очередь, не позволяет сейчас наметить определенных районов, где можно было бы приступить к сооружению опытно-эксплуатационных катифорнических молотов. По мнению авторов, в ближайшее время должны быть проведены разведочные и опытные работы, которые позволили бы ввести в техническую и экономическую перспективу разнообразных способов дренажа заболоченных и засоленных участков.

На основании существующего представления о гидрогеологическом строении равнинной зоны, думается, что заведомо положительное результаты были бы получены в подосе, называемой зоной выклинивания, и близ нее, особенно там, где испытывается дефицит поверхностных вод (Кировский, бывш. Маргеланский, Анжиянский районы и др.), и там, где происходит интенсивное заболачивание из-за затрудненности подземного стока (периферия древних конусов выноса Ак-су и Арвана). Далекообразно было бы выяснить более детально и на большую глубину геологическое и гидрогеологическое строение площад., лежащих в хвостовой части Шарханской иригационной системы (Сапы-суйские болота) и в Балалеском районе (Балалеские болота), где не исключена вероятность благоприятных на некоторых участках условий для применения вертикального дренажа с использованием вод на малое или совсем не обеспеченных ею районом расположенных массивах. Применение катифорнических молотов на оставшей площад. равнины, лежащей в присырдарьинской подосе (Кушаньярский район и т. п.), в пределах которого грунтовые воды сильно минерализованы, находится в грудах с весьма низкой водоотдачей и в то же время обладающих значительной мощностью, представляется сомнительным.

СПИСОК ТРУДОВ

Среднеазиатского научно-исследовательского института ирригации

САНИИРИ

(Ташкент, Ассакинская, 22)

	Цена
Выпуск 2. Д. Я. Соколов—Опытные исследования головного регулятора Вахшского магистрального канала . . .	1 р. 25 к.
Выпуск 3. Д. Я. Соколов—Боковой отвод воды	1 р. 60 к.
Выпуск 4. Н. И. Каменев—Результаты механических испытаний каменных строительных материалов Средней Азии. Часть II	2 р. 70 к.
Выпуск 5. Е. А. Замарин и М. М. Решеткин—Просадка и водопроницаемость лесса	1 р. —
Выпуск 6. П. И. Васин—I. Размывающие скорости в лессовых грунтах. С. С. Бан—II. Коэффициент бокового сжатия регуляторов	1 р. 50 к.
Выпуск 7. Д. Я. Соколов и М. С. Вызго—Пропускная способность водосливов практического профиля	1 р. 20 к.
Выпуск 8. В. Ярцев—Временные инструкции для производства полевых работ при обследовании гидротехнических сооружений	1 р. 30 к.
Выпуск 9. Е. А. Замарин—Гидротехнический расчет. Издание третье	2 р. 50 к.
Выпуск 10. И. Н. И. Теперин—Движение струи в массе жидкости. II. М. С. Вызго—Консольные перепады	1 р. 75 к.
Выпуск 11. П. И. Васин—Потери в каналах и формулы их учета —	85 к.
Выпуск 12. А. С. Вавилов—Противошуговые работы на канале Боз-су в период 1926—31 гг. и меры борьбы с шугой	2 р. 25 к.
Выпуск 13. В. Н. Ярцев—Инструкция для производства полевых работ и предварительной обработки материалов при гидравлических исследованиях на ирригационных каналах	3 р. 50 к.
Выпуск 14. Е. А. Смирнов, В. Н. Аполлосов, А. Н. Гостунский—Механизация очистки ирригационной сети в Средней Азии	1 р. 25 к.
Выпуск 15/1. М. С. Вызго и Н. И. Теперин—Гидравлическая лаборатория САНИИРИ на службу подготовки кадров —	60 к.
Выпуск 16. С. И. Батурин—К вопросу составления кадастра ирригационных систем Средней Азии	1 р. 35 к.
Выпуск 17. В. М. Аполлосов—Механизация земляных работ при устройстве орошения Дальверзинской степи Дальверзинстроем	7 р. 50 к.

До пользования книгой просьба внести следующие исправления

Страница	Строка		Напечатано	Следует читать
	Сверху	Снизу		
3		2	профили	профиля
6	14		для реки	для рек
8		22	низовьях и	низовьях
11		1	и Канязь	и Канязь
11		1	речки Канязь	речки Канязь
22		29	разбивается	разбирается
25	7		Давлян-сай	Давлян-сай
25	7		Кизилы-сай	Кизыл-сай
25	8		Кизых	Кизыл,
26	16		Дангара-Алимтас	Дангара-Алимтайская
26		23	Сарайкамарекая	Бауманабадская
32	1		средне-месячные расходы	средне-месячные многолет-
32		20	Средне-месячные расходы	ние расходы
32		17	Средне-месячные расходы	Средне-месячные многолет-
32		17	Танги-варуский	ние расходы
35		15	‰‰ С	Танги-варухский
36	4		Δh	‰‰
38	6		отношения между	Δh
38		15	$\alpha = 3$	отношения расстояния
42		2	что видно из рисунка 2	между
43		1	незначительны	$\alpha = 3$
44	16		1926 года	Не читать
49	19		на 4,5 см.	значительны
51		29	пк+57	1928 года
51		1	13 м ³ /сек	на 4—5 см.
52	12		головного сооружения	пк 2+57
54	17		$1,0 \times 0,1 \text{ м} = 1,00^2$	12 м ³ /сек.
55	17		до 9 м ²	у головного сооружения
55	27		глубокой	$0,1 \times 0,1 = 0,01 \text{ м}^2$
55		13	Эльсденовскому	до 9 м ³ /сек.
55		10	обратно в	глухой
57		2	и неотрывный	Эльсденовскому
57		4	от 1 до	обратному Эльздена в
59		10	6,2	и непрерывный
60		14	3,2	от 0,1 до
60		15	4,60	6,1
61	22		вперед	2,2
64		11	изобретательного	4,00
71		9	засоления	вперед
87		17	Саотыве	изобретательского
88	10		1,0—1,5	засоленных
89		5	у р. Сары-су	Саптыве
				1,0—1,5 м
				уроч. Сары-су