

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КАБИНЕТ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ
СИМФЕРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М. В. ФРУНЗЕ

В.Н.Дублянский, А.Н.Олиферов

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КОНТИНЕНТОВ

Утверждено Советом УМК ВО
в качестве учебного пособия

Возвратить книгу не позже
установленного срока

8/11

фф

Киев УМК ВО 1988

Водные ресурсы континентов: Учеб. пособие / В.Н.Дублянский, А.Н.Олиферов. - К.: УМК ВО, 1988. - 46 с.

В учебном пособии рассмотрены элементы водного баланса /осадки, конденсация, испарение, поверхностный и подземный стоки/, охарактеризованы особенности водного режима рек отдельных материков и специфические проблемы рационального использования, охраны и преобразования водных ресурсов.

Предназначено для иностранных студентов специальности 2080 "География", обучающихся на географических факультетах университетов.

Ил.8. Табл. 2. Библиогр.: 9 назв.

Рецензенты: Д.И.Щутов, канд.геол.-минер.наук
Л.Г.Будкина, канд.геогр.наук

© Симферопольский государственный университет им.М.В.Фрунзе, 1988

ВВЕДЕНИЕ

Во второй половине XX в. вода из неограниченного дара природы превратилась в фактор, в значительной мере определяющий перспективы экономического и социального развития общества. С ростом общественного производства интенсивно увеличивается потребность в воде. Территорий, недостаточно обеспеченных водными ресурсами, становится все больше. Ближится время, когда традиционные источники водных ресурсов - речные и подземные воды будут исчерпаны. По прогнозам в развитых капиталистических странах уже в первой половине XXI века потребности в воде превысят возобновляемые водные ресурсы. Не менее сложны водные проблемы и в развивающихся странах.

Как известно, в решении важных для человека проблем использования и охраны водных ресурсов допускается немало ошибочных подходов, главный из которых - загрязнение в больших масштабах рек и озер. В этом заключается основная угроза истощения водных ресурсов. Иногда воды может быть много, но если она загрязнена, то пользы от нее мало: воду нельзя использовать, она угрожает состоянию здоровья людей [1]. Продолжение сложившейся в прошлом практики водного хозяйства неизбежно приведет к серьезным трудностям в деле обеспечения многообразных растущих потребностей людей в водных ресурсах.

В этой связи студентам, обучающимся по специальности "География", необходимо получить представление о водных ресурсах континентов и знания о перспективах их изменения. Особенно важно это для студентов-иностранцев, прибывших из развивающихся стран Азии, Африки и Латинской Америки.

Цель настоящего пособия – ознакомить студентов-иностранцев из развивающихся стран с современными воззрениями на проблему состояния водных ресурсов материков и перспективах их изменения, в том числе и в государствах, откуда они приехали.

К сожалению, до настоящего времени отсутствуют учебники или учебные пособия по спецкурсу "Водные ресурсы континентов", который рекомендован Минвузом УССР для изучения иностранными учащимися. Настоящее издание призвано восполнить этот пробел.

При подготовке пособия авторам пришлось столкнуться с определенными трудностями, поскольку подобная разработка создается впервые: в учебниках по общей гидрологии для географических факультетов сведения о водных ресурсах отдельных континентов не излагаются, а в учебниках по курсу "Физическая география материков и океанов" большая часть материала содержит описание гидрографических особенностей отдельных рек. В этой связи при создании учебного пособия авторы преимущественно опирались на фундаментальную монографию [3] и на книги М.И. Львовича [1; 2], а также использовали статьи по водным ресурсам континентов, опубликованные в журналах "Водные ресурсы", "Известия Академии наук", серия географическая, "Метеорология и гидрология", "Вестник МГУ", серия география, "Курьер ЮНЕСКО" и в иностранных периодических изданиях.

1. ПОНЯТИЕ О ВОДНЫХ РЕСУРСАХ И ВОДНОМ БАЛАНСЕ КОНТИНЕНТОВ

Водные ресурсы – это пригодные для использования воды Земли: речные, озерные, подземные, почвенная влага, лед горных и полярных ледников, водяные пары атмосферы и морские воды. К ним также относятся "связанные" воды, входящие в состав минералов и биомассы [1]. Самыми ценными для хозяйства являются пресные воды суши – речные, подземные, а также воды озер и водохранилищ. Они наиболее доступны для использования на большей части пространств суши и непрерывно возобновляются в процессе круговорота воды. Поэтому балансовая оценка водных ресурсов наиболее соответствует особенностям происхождения этого вида природных ресурсов и существующей теории гидрологической науки, в основе которой лежит процесс влагооборота.

Главное звено круговорота воды – водообмен между океаном и континентами. Сколько бы раз ни употреблялась вода человеком для его жизни и производственной деятельности, количество ее на Земле от этого не изменится. Со временем может восстановиться и ее качество.

Использование водных ресурсов отличается от характера использования других источников природных ресурсов. Например, после того как полезные ископаемые добыты и переработаны, они перестают существовать. Вода же после любых видов использования остается водой, иногда лишь превращаясь в пар, но при всех видах ее использования продолжает участвовать в круговороте. Благодаря круговороту воды все виды гидросферы с той или иной интенсивностью возобновляются. Поэтому, если воду использовать в объеме, возобновляемом круговоротом воды, то источники водных ресурсов будут неисчерпаемыми [1].

Однако и в этом случае вода может быть неисчерпаемым ресурсом только при условии ее охраны и рационального использования. Касаясь охраны водных ресурсов, следует подчеркнуть два относящихся к этому наиболее важных положения: охрана вод в процессе их использования и повторное использование сточных вод, которое в конечном счете должно привести к прекращению сброса сточных вод в реки и водоемы [1]. Охрана вод в процессе использования означает сведение до минимума объема сточных вод путем перевода производства на сухую и безотходную технологию или, как минимум, применения замкнутого цикла оборотного водоснабжения. Элементы охраны водных ресурсов должны быть заложены в процессе самого производства. Другой аспект проблемы охраны водных ресурсов – повторное использование сточных вод как основа рационально организованной охраны. При этом все эти воды должны находиться под контролем людей.

Рациональное использование и расширенное воспроизводство водных ресурсов предусматривают балансовый подход к проблеме. Уравнение водного баланса – это математическая модель круговорота воды. Оно может быть составлено для всей Земли, Мирового океана, суши, отдельных континентов и стран, речных бассейнов, озер или для любой другой территории, ограниченной произвольным контуром. Результат расчета водного баланса – определение для заданной территории количества влаги, участвующей в круговороте. В настоящее время возможно составить только приближенный водный баланс континентов с наводкой, зависящей от точности определения его отдельных составляющих /табл.1/.

Балансовый подход к изучению водных ресурсов может быть реализован только при согласованных действиях ученых всех стран мира. Очень важна роль международных мероприятий, проводимых под эгидой ЮНЕСКО /Международный геофизический год, Международное гидрологическое десятилетие и пр./.

Таблица I

Водный баланс пресных вод континентов и суши в целом, мм

Континенты и об- ласти стоков	Площадь, тыс. км ²	Осадки	Испарение	Сток	Навязка баланса	Коэффициент стока
Европа	10500	789	505	306	-22	0,39
Азия	43475	742	414	332	-4	0,45
Африка	30120	742	533	151	+58	0,20
Северная Африка	24200	756	418	339	-1	0,45
Южная Америка	17800	1597	853	661	+83	0,41
Австралия и Океания	8950	791	491	267	+33	0,33
Антарктида	13980	177	0	165	+12	-
Вся суша	149000	800	463	314	+23	0,39
Области внеш- него стока	119000	924	512	335	+27	0,42
Области внутрен- него стока	30200	288	268	33	-13	0,11

Международный геофизический год /МГГ/ проводился с 1 июля 1957 г. по 31 декабря 1959 г. /на протяжении 30 месяцев/. Его гидрологическая часть включала работы по метеорологии, океанологии, гляциологии. В МГГ приняло участие 67 стран, 30 тыс. специалистов, 4 тыс. наблюдательных станций. С программой МГГ тесно связаны три крупных события в развитии мировой науки: запуск первого искусственного спутника Земли /04.10.57 г./, начало планомерного изучения Антарктиды, где по оценкам ученых аккумуляровано более 60% пресных вод Земли, создание двух банков гидрологической и геофизической информации /в США и СССР/, доступных любой организации и даже частному лицу.

В 1965-1974 гг. при участии свыше 110 стран всех континентов была реализована программа "Международное гидрологическое десятилетие" /МГД/. Одной из основных задач ее являлась оценка распределения и движения воды на земном шаре. При реализации программы использовались фактические данные более 50 тыс. метеорологических станций и 18 тыс. гидрологических постов, а для территорий, покрытых редкой сетью постов, - данные, полученные косвенными методами, и спутниковые наблюдения. В рамках МГД подготовлено международное руководство по расчету водного баланса и другие важные методические документы. Активное участие в реализации МГД приняли такие специализированные организации ЮНЕСКО, как Всемирная метеорологическая организация /ВМО/, Организация по вопросам продовольствия и сельского хозяйства /ФАО/. Активно сотрудничали в этих организациях ученые стран СЭВ. В качестве научного вклада советских гидрологов в программу работ МГД издан капитальный труд "Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли" с атласом из 65 карт. Результаты работ, проведенных в МГД, имеют большое значение для развивающихся стран, слабо изученных в гидрологическом отношении.

Программа МГД не могла решить все острые проблемы, связанные с исследованием природных вод. Поэтому с 1975 г. началась реализация постоянной Международной гидрологической программы /МИП/. 70-е годы ознаменовались программой "Человек и биосфера", в рамках которой изучалась динамика экосистем аридных зон, в частности, - влияние ирригации на режим и ресурсы рек, озер, болот, а также дельт, эстуариев и прибрежных районов. 80-е годы объявлены ЮНЕСКО десятилетием санитарии и снабжения населения качественной питьевой водой.

В СССР организована система государственного учета вод, основная задача которой - контроль за количеством, качеством и использованием вод. Работы осуществляют Государственный комитет СССР по гидрометеорологии /по поверхностным водам/, Министерство геологии СССР /по под-

земным водам/ и Министерство водного хозяйства СССР /по использованию вод/ [6]. На эти ведомства возложено ведение Государственного водного кадастра /ГВК/ по единой для всей страны системе.

ГВК — это систематизированный, постоянно пополняемый и уточняемый свод сведений о водных объектах, составляющих единый государственный фонд водных ресурсов, о режиме, качестве и использовании вод. Структура публикуемой части ГВК состоит из трех разделов: поверхностные воды, подземные воды и использование вод. Каждый из них подразделяется на каталожные, ежегодные и многолетние серии [6]. Каталожные данные содержат основные гидрографические и морфометрические характеристики рек, каналов, озер и водохранилищ. Ежегодные данные /Ежегодник/ публикуются за прошедший календарный год и включают в себя информацию о государственном учете поверхностных вод и их использовании. Многолетние данные публикуются раз в пять лет и содержат обобщенные сведения о режиме и ресурсах вод. Гидрологические исследования ведут также Академия наук СССР /Институт водных проблем и др./ и институт "Гидропроект".

Обширная метеорологическая и гидрологическая информация, накапливающаяся в результате исследований зарубежных гидрологов, концентрируется в трех мировых центрах /Москва, Вашингтон, Мельбурн/.

2. СОСТАВЛЯЮЩИЕ ВОДНОГО БАЛАНСА И ИХ РЕЖИМ

2.1. Атмосферные осадки

Атмосферные осадки — один из главных факторов формирования стока рек и главный параметр стоковых характеристик — образуются при конденсации водяного пара, содержащегося в атмосфере, в тех случаях, когда его упругость равна или превышает упругость насыщенного пара при данной температуре воздуха. Водяной пар достигает стадии насыщения обычно при поднятии воздушных масс вследствие сильного прогрева атмосферы либо при прохождении атмосферных фронтов.

Для измерения количества осадков, выпавших на земную поверхность, в СССР применяются осадкомеры различной конструкции /осадкомер Третьякова О-1, осадкомер оуммарный М-70, плuviограф П-2/, а за рубежом — дождемеры /Гельмана, восьмидюймовый и пр./. Все осадкомерные приборы в той или иной мере недоучитывают осадки. В СССР разработана методика корректировки сумм осадков /поправки на выдувание, смачивание, испарение между сроками и перехода на другие приборы/, в соответствии с которой при построении мировой карты учтены данные около 60 тыс. стан-

ций. В среднем по суше /за исключением Гренландии и Антарктиды/ поправка составляет +11% средней суммы наблюдаемых осадков. Широтное распределение осадков приведено на рис.1. Максимумы осадков отмечаются между 20° с. ш. и 20° ю. ш., а также между 40 и 60° ю. ш., минимумы — между 20 и 90° с. ш. и 20-40° ю. ш.

Атмосферные осадки в основном выпадают в капельно-жидком состоянии в виде дождя и мороси, реже — в твердом состоянии в виде снега, крупы и града. Формирование снежного покрова имеет большое режимобразующее значение, поскольку осадки, выпавшие в одни месяцы, формируют половодье и питают подземные воды в другие. Кроме того, снежный покров, обладая малой теплопроводностью, уменьшает степень промерзания почв и водоемов. В северном полушарии доля твердых осадков становится существенной /более 5%/ от северного побережья Средиземного моря /Европа/ и к северу от 30° с.ш. /Азия, Америка/. Затем количество твердых осадков увеличивается до 40-50% к северо-востоку /Европа/ или к 45-60° с.ш. /Азия, Америка/. На севере Африки, на юге Азии и в Южном полушарии осадки формируются в основном в горах. В Южной Америке доля твердых осадков к югу от 40° с.ш. составляет 5%, а к югу от 50° — 17%. В Антарктиде твердые осадки преобладают на протяжении всего года.

Режим атмосферных осадков определяется общими климатическими условиями, характером атмосферных процессов, удаленностью от океанов и морей, рельефом. Некоторое влияние на осадки оказывают лес и большие внутренние водоемы.

2.2. Конденсация водяных паров

В результате конденсации водяного пара на поверхности Земли образуются роса, иней, изморозь и гололед. В течение года в умеренных широтах роса может дать слой осадков 10-50 мм. Изморозь, образуясь в морозную туманную погоду на ветвях деревьев и опадая на почву, может дать дополнительный запас влаги, достигающий 10% общего слоя осадков. Воздух, заполняющий поры и трещины горных пород, содержит водяной пар, движение которого происходит от зон с большей к зонам с меньшей его упругостью. В теплый период упругость водяного пара в атмосфере выше, чем под землей, вследствие чего происходит перемещение влаги под землю и ее конденсация в подошво-трещинных коллекторах. В холодный период пары воды выносятся из них, но, как правило, не поступают в атмосферу, а конденсируются в поверхностном слое почвы или на нижней поверхности снежной толщи, формируя своеобразный "малый круговорот" влаги.

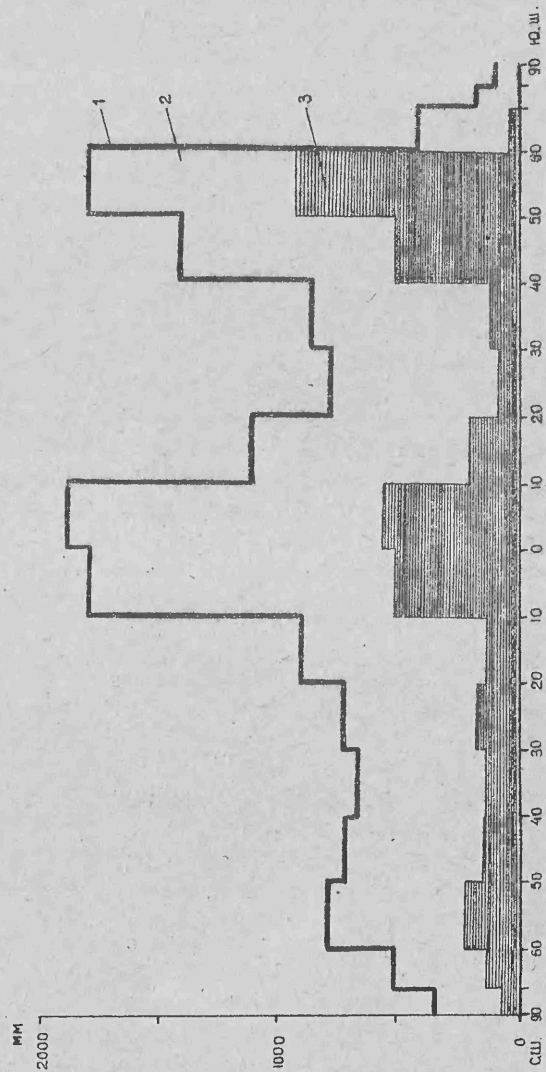


Рис. 1. Широтное распределение осадков (1), испарения (2) и стока (3) на земном шаре

Стандартных приборов для определения конденсационной влаги нет. Из расчетных методик заслуживает внимания формула В.Н.Оболенского с поправками В.Н.Дублянского. Наиболее благоприятные условия для интенсивной конденсации присущи районам с континентальным климатом, с большими суточными колебаниями температуры воздуха и почвы, приморских горных и карстовых районов. Конденсация достигает максимума в июне – июле, снижаясь до нуля в апреле и октября. Она должна учитываться в водном балансе речных водосборов с малым количеством атмосферных осадков, где может составлять до 16% разности "осадки – испарение". В водном балансе крупных территориальных единиц и континентов конденсация обычно не учитывается.

2.3. Испарение

Испарение – главный источник поступления водяного пара в атмосферу и основная составляющая водного баланса территорий различных размеров. В настоящее время определение испарения приобретает огромное значение при оценке водных ресурсов отдельных районов, проектирования и эксплуатации систем осушения, орошения и пр.

Различают следующие показатели: испаряемость и испарение. Испаряемость – это максимально возможное при данных условиях испарение с хорошо увлажненной подстилающей поверхности. Ее определяют с помощью испарителя ГТИ-3000 /за рубежом – наземный сосуд класса А и пр./ или расчетом /формулы Будыко, Пенмана, Торнтвейта/. Испарение – это количество влаги, потерянной с поверхности почвы или снега /физическое испарение, или транспирация/, либо растительным покровом /биологическое испарение, или транспирация/. Его определяют с помощью испарителей ГТИ-500-50, ГТИ-500-100 /за рубежом – грубка Паша, лизиметры и пр./ или расчетом /формулы и графики Багрова, Будыко, Зейберлиха, Константинова, Конторщикова, Кузина, Полякова, Шихлиного, Вундта, Гамона, Котте, Майера, Торнтвейта, Тюрка, Шрейбара и др./. При расчете месячного испарения с континентов используется комплексный метод М.И.Будыко, основанный на совместном решении уравнений теплового и водного балансов с учетом зависимости скорости испарения от влажности почвы. Широтное распределение испарения на земном шаре приведено на рис.1.

Режим испарения определяется метеорологическими условиями /дефицит влажности воздуха, интенсивность вертикального переноса водяного пара/ и состоянием подстилающей поверхности /влажность и водно-физические свойства почв и горных пород/.

2.4. Поверхностный сток

Речной сток, в отличие от других составляющих водного баланса, — интегральная характеристика речного бассейна. Расход воды, определенный в каком-либо створе, представляет собой суммарный сток с площади, расположенной выше данного створа. Впервые измерения речного стока начаты в 1800–1810 гг. на территории Европы. В настоящее время сток изучается примерно на 60000 гидрометрических створах. В среднем на один пост приходится 2650 км² территории /в Северной Америке — 1000, в Европе — 1750, в Африке — 14800 км²/. Продолжительность самых надежных стоковых рядов не превышает 100–150 лет. Остальные данные приведены к многолетнему ряду /с 1918 по 1967 г./. Для слабо изученных районов применялись ковенные методы оценки стока по метеорологическим данным. Наиболее широко использовалась зависимость коэффициента стока $\eta = \frac{Q}{P}$ от индекса сухости $\frac{E_0}{P}$, где Q — норма годового речного стока, P — годовая сумма осадков, E_0 — годовая испаряемость. Для 45% суши /в основном для умеренных широт/ ошибка определения расчетного стока по сравнению с фактическим не превышает 10%. В полярных и некоторых тропических районах ошибка может быть значительно больше. Например, до 1960 г. расход воды р.Амазонка оценивался в 120000 м³/с. Первые замеры, выполненные по программе МГД, дали цифру 220000 м³/с.

Совокупное изменение во времени расходов воды, уровней, уклонов и скоростей течения называется водным режимом реки. Для водобалансовых расчетов и оценки водных ресурсов наибольшее значение имеет изменение расхода воды /в м³/с/. Для оценки изменения расхода воды за год /или часть года/ используется гидрограф /рис.2/. Это календарный /хронологический/ график, который строится по данным ежедневных расходов. По гидрографу можно определить характерные расходы для данного створа /наибольшие, наименьшие/, вычислить средние за декаду, месяц, год, сопоставить колебания расходов с температурными изменениями, выпадением атмосферных осадков и ледовыми явлениями.

Существуют четыре основных источника питания рек: жидкие осадки; твердые осадки; высокогорные снега и ледники; подземные воды. Соотношения между количествами воды, поступающими в реки из различных источников, изменяются от сезона к сезону для одной реки и неодинаковы в разных районах. Впервые это отметил в 1884 г. русский ученый А.И.Воейков, который писал о том, что "реки суть продукт климата их бассейнов". В настоящее время это положение получило более широкую формулировку, а именно: реки и их режим представляют собой продукт климата на общем фоне воздействия других компонентов ландшафта и хозяйственной деятельности.

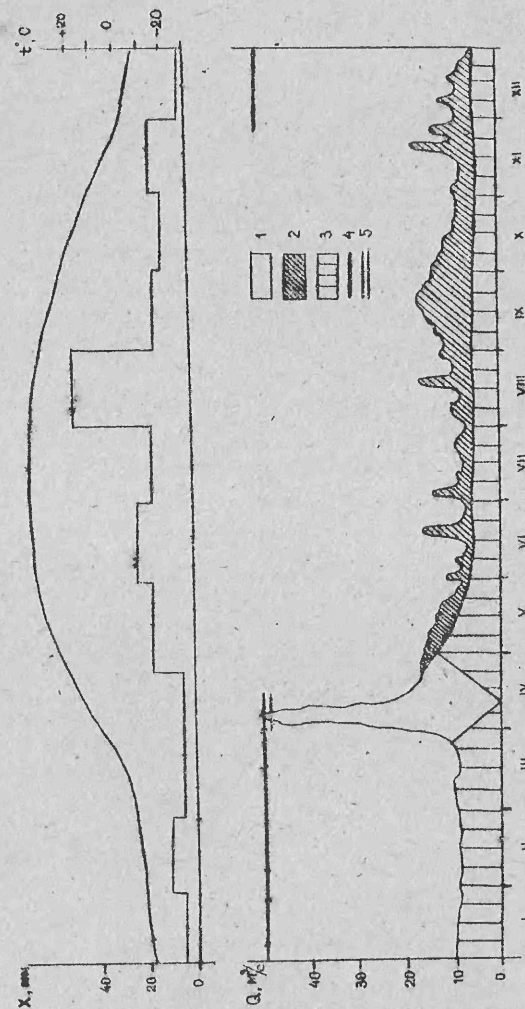


Рис. 2. Гидрограф реки. Питание реки: 1 — снеговое; 2 — дождевое;

3 — подземное. Ледовые явления: 4 — ледостав; 5 — ледоход.

Источники питания рек количественно легко определить по гидрографу. Подземное питание можно выделить тремя основными методами. Первый – простейший из них: исходят из предположения, что подземное питание фиксируется минимумами стока, которые соединяются прямыми линиями. Недостаток способа – недоучет особенностей стока подземных вод в реки в период половодья. Второй способ основывается на предположении, что в период прохождения пика половодья уровни воды в реке поднимаются настолько, что подземные воды перестают питать реку /рис.2/. Третий способ учитывает раздельное питание за счет ненапорных подземных вод, гидравлически связанных и не связанных с рекой, а также напорных вод. Снеговое и дождевое питание легко выделяются при совместном анализе данных гидрографа и графика изменения температур. Объем тех или иных видов питания пропорционален площадям геометрических фигур, заключенных между гидрографом, линиями, разделяющими соответствующие виды питания, и координатными осями.

Несмотря на некоторую условность методов количественной оценки роли различных источников питания в годовом стоке их применение позволит провести генетический анализ водного режима рек и классифицировать их ледник по источникам питания.

Удобную классификацию рек по источникам питания /рис.3/ предложил М.И.Львович [1]. Ее можно представить в виде простой схемы: соответствующий класс рек находится на пересечении граф и строк табл.2.

Таблица 2

Классификация рек по источникам питания и водному режиму

Питание	Сезон			
	Весна	Лето	Осень	Зима

Снеговое
Дождевое
Ледниковое
Подземное

В дальнейшем классификация М.И.Львовича была усовершенствована – в нее введены количественные критерии. Для характеристики соотношения различных источников питания и сезонов, превалирующих по относительным размерам стока в сравнении с годовым, приняты следующие характеристики: более 80% – почти исключительное; 50–80% – преимущественное; менее 50% – преобладающее. Источникам питания и сезонам присвоены обозначения по первым буквам их названий на французском языке.

Распределение стока по сезонам	ВЕСНА				ЛЕТО				ОСЕНЬ				ЗИМА			
	Почти исключительно	Преимущественно	Преобладает	Почти исключительно	Преимущественно	Преобладает	Почти исключительно	Преимущественно	Преобладает	Почти исключительно	Преимущественно	Преобладает	Почти исключительно	Преимущественно	Преобладает	Почти исключительно
Источники питания	СНЕГОВОЕ				ДОЖДЕВОЕ				ЛЕДНИКОВОЕ				ПОДЗЕМНОЕ			
	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Почти исключительно	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Преимущественно	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Преобладает	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Почти исключительно	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Преимущественно	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Преобладает	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Почти исключительно	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Преимущественно	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Преобладает	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Почти исключительно	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Преимущественно	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Преобладает	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Почти исключительно	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Преимущественно	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну
Преобладает	Р	Рy	ру	Еу	Е	Еу	Еу	Еу	А	Ау	ау	Ну	Н	Ну	Н	Ну

Рис. 3. Классификация рек по источникам питания и водному режиму (по М.И.Львовичу)

Установлено 40 типов водного режима. Наиболее суровый водный режим $G-E$ характерен для арктических островов и Антарктиды. К более низким широтам он сменяется режимами $Sx-E$ и $Sx-Ey$, а затем $Sx-Py$. В южном полушарии реки со снеговым питанием имеют небольшое распространение. Для Южной Америки более характерен тип режима $Sx-Py$, в северном полушарии наблюдается тип режима, свойственный для запада СССР и юга Канады. В северном Прикаспии, равнинном Казахстане и на севере Крыма развит тип режима $S-P$. Типы режима рек с дождевым питанием разной степени весьма разнообразны и занимают более 60% суши от высоких широт Северо-Восточной Азии $/Sx-Ey/$ и Южной Африки - Южной Австралии $/Rx-H/$ до низких широт Азии $/R-Ax, Rx-Hy/$ и Америки $/Rx-Ey, Lx-Hy/$. На формирование режимов рек дождевого питания огромное влияние оказывают особенности воздушной циркуляции, в частности летние муссоны. Для горных районов характерно ледниковое питание $/gx-Ey/$, снеговое питание $/Sx-Py, Sx-Ey/$, местами - смешанное снего-дождевое питание $/Rx-Ey/$. Подземное питание $/Lx-Ey/$ или $Lx-Py/$ наблюдается лишь в предгорных районах, сложенных мощной толщей продуктов разрушения горных массивов.

Годовой цикл водного режима рек подразделяется на несколько периодов - фаз водного режима. Выделяются половодье, дождевые паводки, летняя и зимняя межень. Половодье характеризуется повторяющимся в один и тот же сезон длительным значительным увеличением водности; дождевые паводки - относительно быстрыми, но кратковременными подъемами уровня; межень - малой водностью и низкими уровнями воды. В зависимости от типологических особенностей на реках могут наблюдаться все четыре фазы /реки снегового питания/ или только некоторые из них /на реках дождевого питания с типами режима $RE, REy, RxEy$ летняя межень отсутствует/. По характеру гидрографа /высота пика половодья или паводка, их продолжительность и положение на временной оси/ выделяют группы и типы рек.

Основные характеристики стока: расход Q ($м^3/с$); объем стока W ($км^3$), подсчитываемый за год, сезон, месяц, фазу водного режима и пр.; модуль стока (M , $л/с \cdot км^2$); слой стока A /мм/; коэффициент стока $\eta = \frac{A}{X}$. Расход реки в данном створе определяется гидрометрическими методами как произведение площади поперечного сечения ω на скорость потока v . Последнюю определяют с помощью вертушки или другими методами /поплавок, ионного паводка, ультразвуковой/. Остальные характеристики легко вывести расчетным путем, если известна площадь бассейна $F/км^2/$ и количество выпадающих осадков $X/мм/$. Из всех характеристик

стока только модуль, слой и коэффициент стока поддаются картографированию. При отсутствии достаточно продолжительных наблюдений расчетные значения характеристик стока получают методом продолжения ряда, используя связи между коэффициентом стока и метеорологическими элементами /дефицитом насыщения и пр./ или по картам изолиний модулей стока и их коэффициентов вариации.

Широтное распределение стока на земном шаре характеризует рис.4. В основном оно совпадает с широтным распределением осадков, однако имеются и отклонения, объясняющиеся в основном соотношением осадков и испарения /минимум на $10-20^\circ$ с. ш. и др./.

В зависимости от изменения климатических факторов стока и физико-географических условий его формирования количество воды в руслах рек непрерывно изменяется - от года к году и от сезона к сезону. Эти колебания для разных рек большей частью несинхронны, поэтому единовременный суммарный запас руловых вод может быть определен только по среднему многолетнему расходу. Суммарные единовременные запасы воды в руолах рек мира /рис.5/ составляют $2115 км^3$ /Европа - 80, Азия - 565, Африка - 195, Северная Америка - 250, Южная Америка - 1000, Австралия и Океания - 25 $км^3/$.

Большая часть суши /80%/ относится к областям внешнего стока: 51% принадлежит бассейнам Атлантического и Тихого океанов, 29% - Северного Ледовитого и Индийского океанов. На их долю приходится 93% осадков на суше, 98% объема стока и 88% суммарного испарения. Атмосферные осадки составляют $110000 км^3$. 56% их расходуются на испарение, 41% - на формирование речного стока и 2% - на подземный сток в океан. Суммарный объем речного стока областей равняется $45800 км^3$. Часть речных вод не достигает океана вследствие испарения и разбора воды на орошение. Потери речных вод в областях внешнего стока составляют $1100 км^3$ в год, т.е. почти равны "внутреннему стоку". Областям внешнего стока принадлежит заметная роль в перераспределении воды на земном шаре. Особенно отчетливо это видно в бассейне Северного Ледовитого океана, сток рек которого формируется в основном за счет атмосферной влаги, поступающей с Атлантического и Тихого океанов. Избыточное питание Северного Ледовитого океана обуславливает его "отточный" режим.

20% суши относится к областям внутреннего стока. Наиболее значительны такие области в Азии $/12,3 млн. км^2/$, Африке $/9,6 млн. км^2/$ и Австралии $/3,9 млн. км^2/$. Все они располагаются в аридных и полупустынных засушливых пустынных, полупустынных и сухостепных районах /Америка, Африка, Азия/.

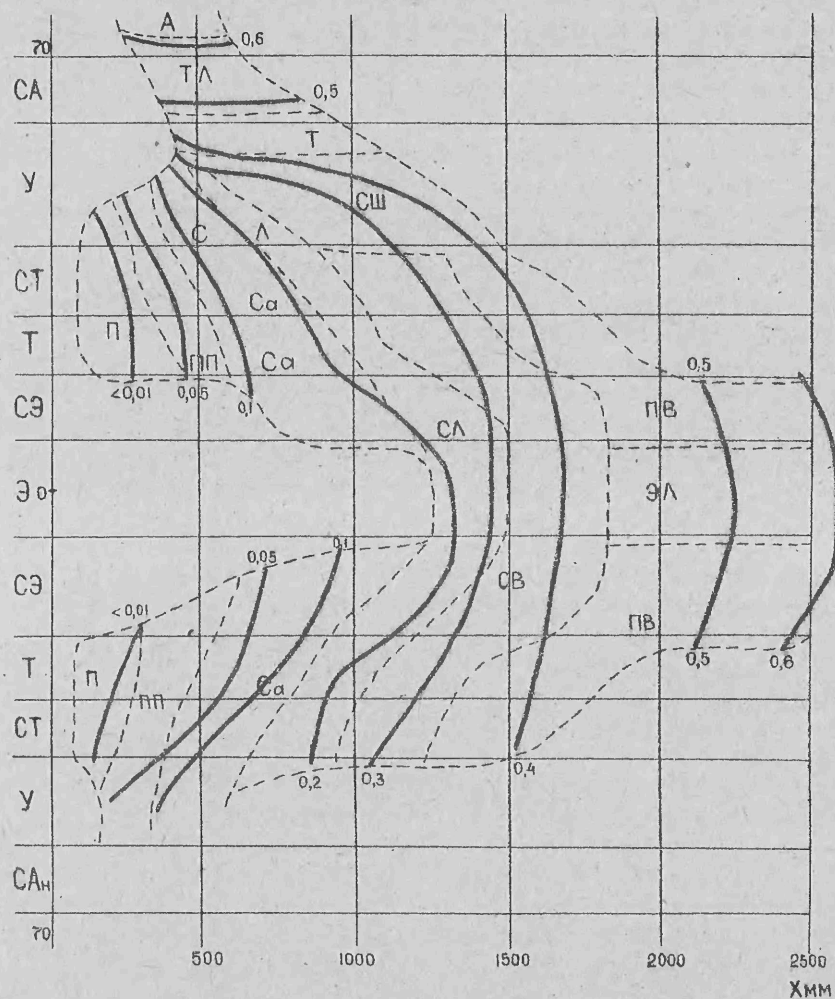


Рис. 4. Коэффициент стока разных природных зон (упрощенно). Географические пояса: Э - экваториальный; СЭ - субэкваториальный; Т - тропический; СТ - субтропический; У - умеренный; СА - субарктический; САН - субантарктический.
Природные зоны: П - пустыни; ПП - полупустыни; С - степи; Са - саванны; Л - лесостепи; СЛ - саванные леса; СВ - сезонновлажные прибрежные леса; ПВ - постоянновлажные прибрежные леса; ЭЛ - экваториальные вечнозеленые леса; СШ - смешанные широколиственные леса; Т - тайга; ТЛ - тундра, лесотундра; Л - арктические пустыни.

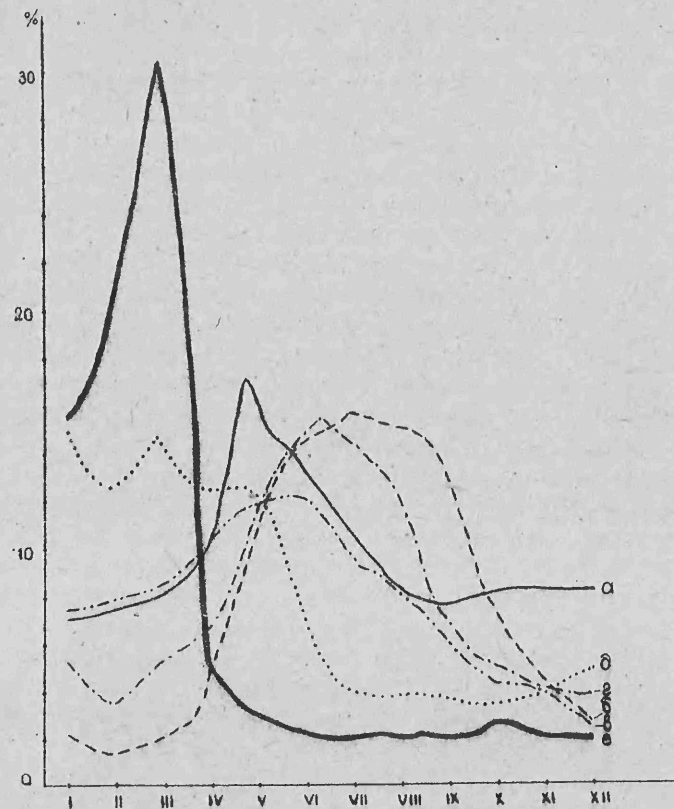


Рис. 5. Режим запасов пресной воды в течение года: а - Европа; б - Азия; в - Африка; г - Северная Америка; д - Южная Америка; е - Австралия.

Многолетние колебания речного стока имеют сложный циклический характер. Многоводные и маловодные годы длительностью 3-5, реже 10 лет охватывают как континенты, так и всю сушу в целом. Однако на разных континентах они асинхронны и не всегда совпадают по знаку. Синхронны колебания стока рек Азии и Северной Америки, асинхронны - Северной и Южной Америки. Совпадают по знаку колебания стока рек Азии и Австралии, противоположны - Европы и Австралии. Циклическость стока следует учитывать при составлении хозяйственных планов отдельных стран и их частей на многолетие.

Термический режим рек формируется в результате теплообмена между водой, атмосферой и ложем русла. При наличии ледяного покрова интенсивность теплообмена с атмосферой резко снижается, а при формировании 10-20 см снежного покрова практически прекращается. В живом сечении рек обычно наблюдается гомотермия распределения температуры, нарушаемая приточностью. По длине рек температура: остается почти неизменной /реки субширотной ориентировки/, повышается /реки, текущие на юг/, повышается, а затем понижается /реки, текущие на север/. На температуру рек большое влияние оказывают озера /влияние Байкала сказывается по р.Ангара на 1200 км/ и хозяйственная деятельность человека /сброс тепловых вод ТЭЦ/.

В ледовом режиме рек выделяются фазы замерзания, ледостава и вскрытия. На многих реках образуется внутриводный и донный лед, а на горных и северных реках - шуга. Во время весеннего /реже - осеннего/ ледохода на определенных участках рек возникают заторы, представляющие большую опасность для мостов и береговых сооружений.

Вода, переносимая реками, обладает энергией, зависящей от расхода воды и перепада высот. Она затрачивается на трение между частицами воды, трение о дно, истирание твердых частиц, их перенос во взвешанном и влекомом состоянии и перенос растворенных частиц. Режим речных наносов зависит от типа водного режима реки и геологических особенностей ее бассейна. Минимальные расходы взвешенных наносов наблюдаются в период питания рек грунтовыми водами, максимальные - во время паводков и половодья /причем их пики могут не совпадать/. Из всех рек земного шара наибольший сток взвешенных наносов имеет Амазонка /2,4-3 млрд. т в год/. Суммарный сток взвешенных наносов по подсчетам, выполненным в рамках МПД, составляет 15700 млн.т; 67% твердого стока дают реки Азии, 15,5% - Южной Америки, 7,1% - Северной Америки, 6,3% - Африки, 2,8% - Европы, 1,3% - Австралии и Океании.

Влекомые наносы перемещаются в придонном слое потока. Масса влекомой частицы согласно формуле Эри пропорциональна шестой степени скорости потока. Количество влекомых частиц в равнинных реках мало. В горных реках доля влекомых наносов при высоких скоростях составляет основную часть твердого стока. На небольших реках или временных водотоках часто возникают кратковременные грязевые, грязе-каменные и водо-каменные паводки /сали/. Изучение режима твердого стока представляет огромное практическое значение, поскольку позволяет предсказать или предупредить последствия катастрофических паводков, приводящих к перестроению русел, разрушению береговых сооружений, мостов и плотин.

Сток растворенных веществ также зависит от типа водного режима и геологических особенностей бассейна. Большинство рек земного шара имеет воду гидрокарбонатного класса, значительно меньше рек сульфатного и хлоридного классов. При переходе на подземное питание минерализация рек повышается. Реки, собирающие воду с заболоченных водосборов, содержат большое количество гуминовых веществ. Повсеместно в разных количествах присутствуют биогенные вещества /соединения азота и фосфора/, микроэлементы, органические вещества. Общая величина полного стока для земного шара составляет 2680 млн.т в год. 32,6% полного стока дают реки Азии, 18,5% - Южной Америки, 18,0% - Северной Америки, 17,8% - Африки, 8,9% - Европы, 4,2% - Австралии и Океании. Общий сток растворенных и взвешенных веществ в акваторию Мирового океана составляет 18380 млн.т, что соответствует среднему смыву твердого материала с поверхности суши 175 т/км^2 или 0,12 мм.

2.5. Подземный сток

Подземные воды могут иметь свободную поверхность /безнапорные воды/ или находиться под гидростатическим давлением /напорные воды/. В зоне аэрации находятся безнапорные воды: почвенные /накапливающиеся в почвенном слое/, верховодка /формирующиеся на местных слабодоупорничаемых прослоях/, грунтовые /залегающие на первом от поверхности выдержанном водоупорном слое/, изредка - межпластовые /залегающие между водоупорными слоями/; в зоне насыщения - напорные межпластовые /артезианские/ воды. Наибольшую роль в питании рек имеют грунтовые и межпластовые воды. Возможны различные типовые ситуации /рис.6/. Если река врезана в водоупорные породы, ее питание осуществляется в основном грунтовыми водами, гидравлически не связанными с рекой /рис.6,а/. На гидрографе эта ситуация отражается пиком, несколько смещенным по отношению к пику расхода.

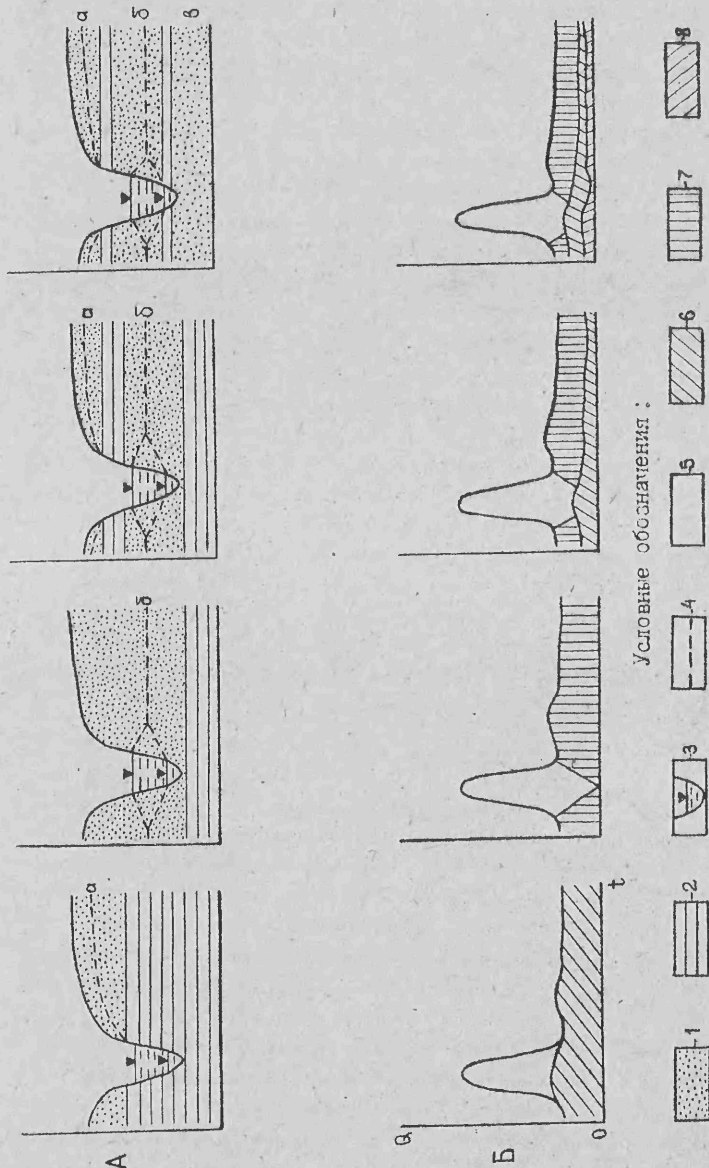


Рис. 6. Типовые схемы распределения гидрографа (по В. И. Куделину):

А - схема гидрогеологических условий: В - схема распределения гидрографа. 1 - водопроницаемые породы; 2 - водоупорные породы; 3 - уровень воды в реке; 4 - уровень подземных вод; 5 - поверхностный сток. Подземный сток: 6 - из безнапорных горизонтов, гидравлически не связанных с рекой (а); 7 - из напорных горизонтов, гидравлически связанных с рекой (б); 8 - из напорных горизонтов (в).

Если река врезана в водопроницаемые породы, возникает подпорный тип питания, при котором в межень грунтовые воды питают реку, а в половодье - река питает подземные воды /б/. На гидрографе подземное питание при прохождении пика расхода равно нулю. Если река прорезает толщу чередования водопроницаемых и водоупорных пород, она питается как грунтовыми, так и межпластовыми безнапорными водами /а + б/. Наконец, если река получает питание за счет безнапорных и напорных вод /а + б + в/, на гидрографе выделяются три составляющие, причем питание из напорных горизонтов имеет минимум после прохождения пика расхода.

Почвенная влага тесно связана с погодными условиями: во влажные сезоны происходит ее накопление, в сухие - испарение и транспирация. На 24% площади суши /леса, постоянные снега, вечная мерзлота/ почвенная влага отсутствует; на 21% /аридные и полупустынные районы/ наблюдается в короткие периоды; на 55% - существует постоянно. В среднем влажность почвы в двухметровом слое составляет 10%, что соответствует общим запасам влаги в почве 16500 км³. Почвенные воды характеризуются промывным, непромывным и выпотным типами режима, выделяемыми по соотношению X_p /годовая сумма осадков/ и Z_p /годовая величина испаряемости/ и глубине залегания грунтовых вод. Промывной тип режима характерен для областей, где $X_p > Z_p$. Почва ежегодно подвергается сплошному промачиванию, просачивающаяся влага достигает уровня грунтовых вод, ее избыток удаляется с подземным стоком. Непромывной тип режима характерен для областей, где $X_p < Z_p$, но грунтовые воды залегают глубоко. В почве часто наблюдается дефицит влажности, наименьший - весной и наибольший - осенью, ежегодно она не промывается, а обмен влагой между атмосферой и грунтовыми водами осуществляется через слой с очень низкой влажностью, близкой к влажности устойчивого завядания растений /мертвый горизонт/. Выпотный тип режима характерен для областей, где $X_p \ll Z_p$, но грунтовые воды залегают неглубоко /капиллярная кайма находится в нижней части почвенной толщи/. В этом случае мертвый горизонт отсутствует, и корни растений отсасывают влагу из капиллярной каймы, где формируется соленосный горизонт. Подтипы и классы водного режима почв выделяются по источникам и степени увлажнения.

Верховодка, имеющая относительно небольшие площадное распространение, мощность и запас, характеризуется неустойчивым режимом с резкими изменениями уровня воды на протяжении года, сезона /вплоть до полного пересыхания в теплый период/ и даже суток.

Грунтовые воды испытывают годовые, сезонные и суточные колебания. Принято выделять три типа их режима: летнего, сезонного и круглогодич-

ного питания. Летнее /мерзлотное/ питание отличается кратковременностью вследствие промерзания грунтовых вод в условиях сурового климата и развития многолетней мерзлоты. Сезонное питание характерно для территорий континентального климата с продолжительной и холодной зимой, когда инфильтрация отсутствует. Грунтовый сток осуществляется на протяжении всего года, потери на испарение происходят в теплый сезон. Поэтому в колебаниях уровня прослеживаются два максимума /весна и осень/ и два минимума /лето и зима/. По мере перехода от зоны избыточного увлажнения к зонам переменного и недостаточного увлажнения время наступления максимумов смещается: весеннего – на более ранние, осеннего – на более поздние сроки. Круглогодичное питание характерно для территорий с мягкой непродолжительной зимой, в течение которой инфильтрация не прерывается, но потери на испарение невелики. Поэтому уровень грунтовых вод с осени повышается, достигает максимума в середине зимы, а затем понижается с минимумом в середине лета. Закономерности уровня режима грунтовых вод могут изменяться в зависимости от глубины их залегания и геологических условий.

Температура грунтовых вод испытывает влияние температуры воздуха, причем суточные ее колебания проникают до глубины 1–2 м, а сезонные – до глубины слоя с постоянной температурой. Минерализация грунтовых вод изменяется в широких пределах: от 0,1 до 10–20 г/л; она снижается в период усиленного питания и повышается при снижении уровня грунтовых вод.

Режим межпластовых напорных вод определяется в основном геологическими причинами /строением водонапорных систем, соотношением областей питания и разгрузки и пр./ и в слабой мере отражает только вековые или многолетние климатические изменения.

Ежегодно возобновляемые естественные ресурсы подземных вод зон активного /до местных базисов эрозии/ и сравнительно активного /до поверхности Мирового океана/ водообмена приблизительно равны подземному стоку в реки /13000 км³ в год/. 30,7% запасов приходится на Южную Америку, 28,2% – на Азию, 16,4% – на Северную Америку, 12,0% – на Африку, 8,4% – на Европу, 4,3% – на Австралию и Океанию.

3. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КОНТИНЕНТОВ

3.1. Водные ресурсы Европы

Европа занимает сравнительно небольшую территорию /10,5 млн. км²/, однако это наиболее населенный континент, где живет около 20% населения Земли /средняя плотность 62 чел./км²/. На территории Европы расположены 34 государства.

Равнинность побережий, широтное расположение основных горных хребтов способствуют свободному проникновению влажных воздушных масс с запада /из Атлантики/ и с севера /из арктических районов/. Суммарное влагосодержание воздушных масс в слое 0–5 км от поверхности в холодный период составляет 8,6 мм, в теплый – 16,9 мм, скорость переноса в среднем 8,6 м/с.

В распределении осадков по территории Европы проявляются широтная зональность и меридиональная изменчивость, обусловленные увеличением континентальности климата с запада на восток. Годовая сумма осадков меняется от 5000 мм /юго-запад Скандинавии, западные склоны Динарских, Кавказских, Шотландских гор/ до 150 мм /центр Пиренейского полуострова, Прикаспийская низменность/. В основном территория Европы относится к зоне избыточного и достаточного увлажнения. Годовой ход осадков к северу от 40° с. ш. характеризуется отсутствием, а к югу – наличием засушливого периода. Испарение характеризуется четкой широтной зональностью /80–70° – 100 мм, 70–60° – 350 мм, 60–50° – 490 мм, 50–40° – 560 мм, 40–30° – 470 мм/. Максимум испарения наблюдается в летние месяцы. С увеличением континентальности островершинность кривой годового хода испарения возрастает. В субтропическом поясе наблюдается двухвершинная кривая /максимумы весной и осенью/.

Сток с территории Европы осуществляется в Северный Ледовитый океан /17% площади/, в Атлантический океан /62%/ и в Каспийское море /21%/. Наиболее значительные реки склонов: Северного Ледовитого океана – Печора /средний расход 4180 м³/с/ и Северная Двина /3460 м³/с/; Атлантического океана – Дунай /8570 м³/с/, Днепр /1660 м³/с/, Дон /883 м³/с/, Нева /2570 м³/с/, Рейн /2900 м³/с/, Висла /1040 м³/с/, Эльба /835 м³/с/; Каспийского моря – Волга /7580 м³/с/ и Урал /355 м³/с/.

Распределение среднего многолетнего стока в общем соответствует изменению годовых сумм осадков и рельефу. Наибольшая величина стока наблюдается в западных районах и на горных хребтах, минимальная – на востоке Пиренейского, Аппенинского, Крымского полуостровов и в котло-

винах. Средний сток составляет 708 мм /коэффициент вариации 0,03/. Наибольшая вариация /0,20/ отмечена для области внутреннего стока, значительно меньшая /0,13 и 0,11/ - для склонов Северного Ледовитого и Атлантического океанов:

Внутригодовое распределение стока определяется различным в разные периоды года соотношением приходной и расходной частей водного баланса. Из неклиматических факторов наибольшее влияние оказывают рельеф местности /высокие горные массивы/ и карстовые явления /Балканский, Крымский полуострова, юго-восток Испании/. В Западной Европе максимум стока приходится на январь-февраль, минимум - на июнь-август. В Средней Европе максимум сдвигается на февраль-март, а минимум - на осенние месяцы. В Восточной Европе наибольшие величины стока наблюдаются в марте-апреле, минимум - в зимний период; в Северной Европе максимум приходится на весну и лето, минимум - на зиму и лето. В целом неравномерность распределения стока в году возрастает с запада на восток и с севера на юг. Наиболее равномерен суммарный сток со склона бассейна Северного Ледовитого океана /рис.7/. Это объясняется довольно низким стоком рек в декабре - апреле /12,5%/ и обильным стоком в мае - июне /54,2%/. Сток с Атлантического склона имеет равномерное распределение в течение года /разница между наибольшим и наименьшим стоком - всего 9,6%/. Коэффициенты стока на территории Европы изменяются в широких пределах /от 0,30 до 0,03/, уменьшаясь с северо-запада на юго-восток.

Общие запасы пресной воды на территории Европы - 1400 тыс.км³. Из них 99,8% приходится на вековые запасы: подземные воды /99%/; воды, аккумулированные в ледниках горных районов и арктических островов /0,7%/ и в крупных озерах /0,1%/. Вековые запасы для современного периода можно считать неизменными. При их использовании для практических целей возникают значительные технические затруднения. Ежегодно возобновляемый сток рек равен 3210 км³ /0,2%/; при этом единовременный запас воды в речной сети не превышает 80 км³. В Европе существует около 3000 преимущественно небольших водохранилищ. Основные запасы воды сосредоточены в 25 крупных водохранилищах с общим объемом 422 км³. Их полезный объем достигает 170 км³, что увеличивает единовременный объем воды в руслах рек до 250 км³. Вода из водохранилищ используется для орошения /площадь орошаемых земель в Европе превышает 200 тыс.км²/. По величине водных ресурсов Европа стоит на пятом месте /меньшие ресурсы имеют Австралия и Антарктида/.

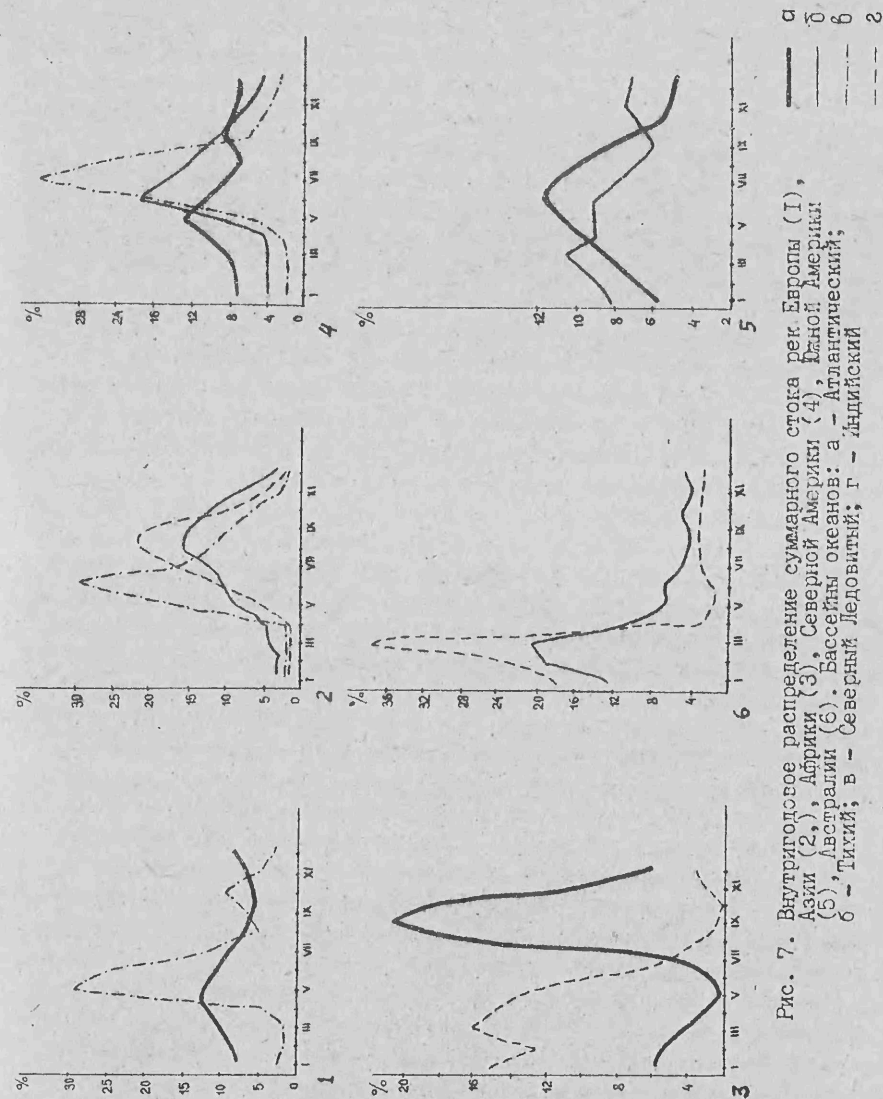


Рис. 7. Внутригодовое распределение суммарного стока рек Европы (I), Азии (II), Африки (III), Северной Америки (IV), Южной Америки (V), Австралии (VI). Бассейны океанов: а - Атлантический; б - Тихий; в - Северный Ледовитый; г - Индийский

По количеству воды на душу населения $/4910 \text{ м}^3 \text{ в год}/$ она значительно уступает всем континентам и земному шару в целом $/12640 \text{ м}^3 \text{ в год}/$. Это порождает острые национальные /при использовании водных ресурсов, формирующихся на собственной территории/ и международные /при использовании ресурсов транзитных рек/ проблемы. В ряде районов положение осложняется сильной загрязненностью поверхностных /реки Рейн, Рона, По и др., Женевское озеро/ и подземных вод. Существуют межправительственные комиссии /по Рейну, Дунаю и др./, которые рассматривают проблемы комплексного рационального использования стока пограничных или транзитных рек.

3.2. Водные ресурсы Азии

Общая площадь Азии – 43475 тыс. км². Из них 6% $/2700 \text{ км}^2/$ приходится на долю Малайского архипелага, Филиппинских, Японских и других островов. В Азии проживает около 58% населения земного шара $/50 \text{ человек на } 1 \text{ км}^2/$. Наиболее обжиты тропические и экваториальные области, где плотность населения достигает 500 человек на 1 км^2 . На территории Азии расположены 43 государства.

Большая протяженность Азии и сложное строение ее поверхности определяют разнообразие радиационных и циркуляционных условий континента. Для увлажнения северной половины Азии и ее юго-западных районов большое значение имеет перенос влаги с Атлантического, а для юго-восточных и восточных районов – с Тихого и Индийского океанов. В засушливых районах определяющими являются местные процессы испарения. Суммарное влагообеднение воздушных масс в слое 0–7 км от поверхности составляет 21,2 мм, скорость переноса – 4,7 м/с. Перехват влаги горными хребтами обуславливает резкую контрастность увлажнения.

В распределении осадков в Азии наблюдаются резкие контрасты. В тропической зоне вечнозеленых "дождевых" лесов южных склонов Гималаев, островов Индонезии выпадает до 3000 мм осадков, а в Черапунджи – 11270 мм. Почти на всем юго-западе континента выпадает менее 200 мм осадков /пустыни и полупустыни/; примерно столько же осадков – в арктической зоне. Широтная полнота проявляется в общем увеличении осадков от 290 мм на $90-80^\circ \text{ с. ш.}$ до 2595 мм на $0-10^\circ \text{ с. ш.}$, с минимумом $/370 \text{ мм}/$ на $50-40^\circ$. Годовой ход осадков также весьма разнообразен. Он имеет континентальный /север и умеренные широты/, аридный /Средняя Азия/, муссонный /Восточная, Центральная и Южная Азия/ характер с многочисленными типами и подтипами. Испарение характеризуется широтной зональностью $/80-70^\circ \text{ с. ш.} - 160 \text{ мм}, 60-50^\circ - 350 \text{ мм}, 30-20^\circ - 660 \text{ мм},$

$10-0^\circ - 1160 \text{ мм}$, инверсия на $50-70^\circ - \text{до } 260-320 \text{ мм}/$. Годовой ход испарения изучен слабо и несовместно. Сток с территории Азии осуществляется в Северный Ледовитый океан $/26,9\% \text{ площади}/$, Тихий $/27,4\%/,$ Индийский $/22,2\%/,$ Атлантический океан $/1,7\%/. 21,8\% - \text{это области внутреннего стока. Наиболее значительные реки склона Северного Ледовитого океана: Обь } /12540 \text{ м}^3/\text{с}/, \text{Енисей } /19367 \text{ м}^3/\text{с}/, \text{Лена } /16891 \text{ м}^3/\text{с}/; \text{Тихого океана: Амур } /11270 \text{ м}^3/\text{с}/, \text{Янцзы } /31590 \text{ м}^3/\text{с}/, \text{Меконг } /16192 \text{ м}^3/\text{с}/; \text{Индийского океана: Ганг } /39050 \text{ м}^3/\text{с}/, \text{Иравади } /15430 \text{ м}^3/\text{с}/; \text{Атлантического океана: Риони } /403 \text{ м}^3/\text{с}/; \text{областей внутреннего стока: Сыр-Дарья } /1222 \text{ м}^3/\text{с}/, \text{Тарим } /920 \text{ м}^3/\text{с}.$

Распределение среднего многолетнего стока отличается весьма сложным характером. Крайне неравномерное увлажнение и преобладание горного рельефа обуславливают изменения стока на протяжении нескольких десятков километров от 3000 до 50 мм /Индостан/. Область самого высокого стока – островная Азия, а на материке – горные системы Индокитая и восточных районов Индии. В бассейне Брахмапутры сток превышает 6000 мм. Во внутриматериковой зоне годовой сток составляет 300–100 мм, возрастающая лишь в горных районах. Однако слой стока самой многоводной реки /Енисей/ составляет всего лишь 240 мм. Для континента характерно уменьшение стока с востока на запад, наличие обширных областей крайне низкого стока $/5-1 \text{ мм}/$ в Центральной Азии, на Ближнем и Среднем Востоке, где происходит "рассеивание" рек /Тарим, Аму-Дарья, Сыр-Дарья, Инд, Шатт-эль-Араб и др./.. Коэффициенты вариации годового стока изменяются от 0,10–0,30 в районах избыточного увлажнения до 1,0–1,5 – в засушливых областях. Выделяются 24 района с синхронными фазами колебания речного стока.

Распределение стока в течение года /рис.8/ зависит в основном от климатических условий. В южной части континента реки имеют почти исключительно дождевое питание и сток определяется режимом осадков /кроме горных районов/. В северной его половине и в горах не меньшую роль играют температурные условия. Подземные воды на большей части Азии существенного влияния на внутригодовое распределение стока не оказывают. Исключения представляют карстовые районы и узкие полосы предгорий, где водотоки имеют почти исключительно подземное питание. Отличительная черта режима рек большей части Азии – высокий сток в летне-осенние месяцы /рис.7/. При этом для рек бассейна Северного Ледовитого океана характерно прохождение пика половодья в мае – июне, а бассейнов Тихого и Индийского океанов – в августе – сентябре..

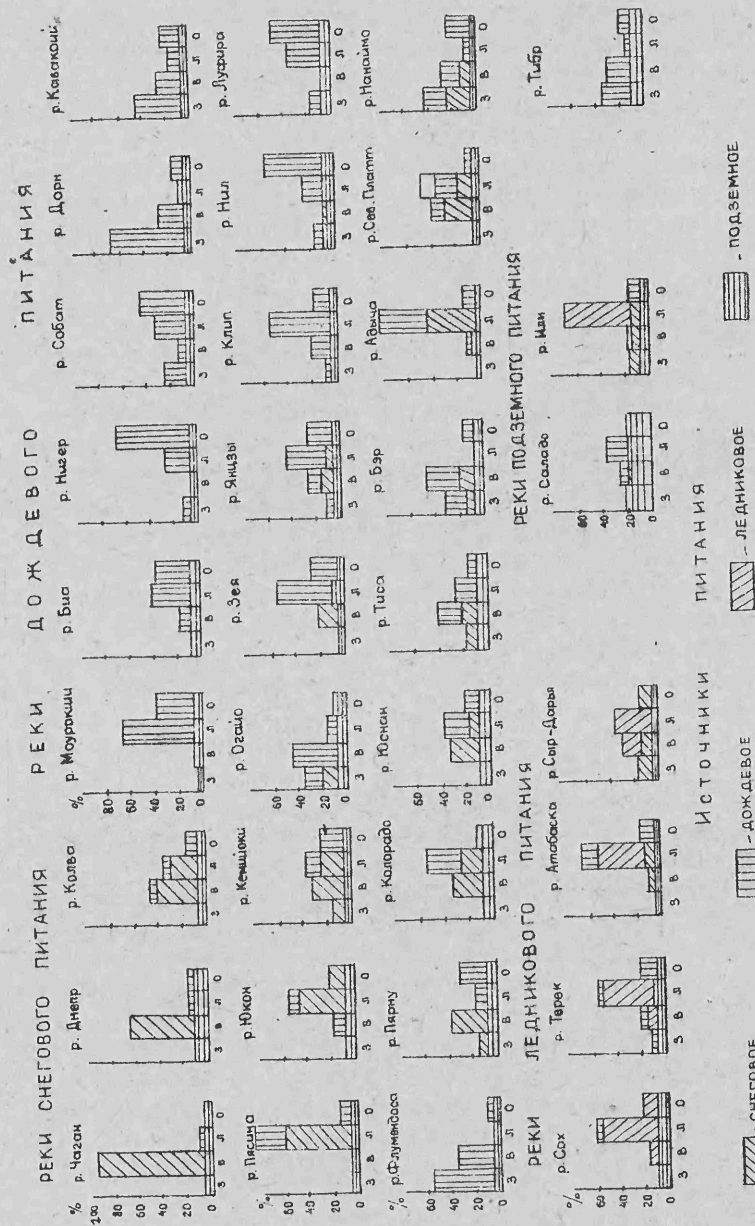


Рис. 8. Типы водного режима рек земного шара (по М.И. Любвицкому).

Для малых и средних /иногда и больших/ рек характерны резкие колебания стока внутри года. На юго-востоке и юге Азии паводочные подъемы сопровождаются сильнейшими наводнениями, приводящими к гибели тысяч людей. В маловодные периоды сток этих рек часто не в состоянии обеспечить потребности в воде даже на бытовые нужды.

Общие запасы воды на территории Азии - 3455 тыс. км³. Из них 98,4% заключено в верхней части земной коры, 0,7% - в ледниках горных районов и арктических островов, 0,8% - в крупных озерах /Байкал, Балхаш/. Эти запасы относятся к категории вековых. Ежегодно возобновляемый сток рек равен 14400 км³ /0,4%/, а единовременный запас воды в речной сети составляет всего 565 км³. К этому надо добавить полезный объем большого количества водохранилищ /еще около 500 км³/. По величине водных ресурсов Азия занимает первое место среди континентов, по удельной обеспеченности на душу населения /6670 м³/год/ она находится на предпоследнем месте /после Европы/. Ресурсы поверхностного стока распределяются по территории крайне неравномерно. Так, на территории Кувейта вообще нет постоянных водотоков, а в Бангладеш ежегодно при паводках затопливается около половины культурных земель. Использование водных ресурсов подчинено интересам развития сельского хозяйства. В пределах Азии сосредоточено свыше 80% орошаемых земель мира. Орошение применяется как в аридных зонах /Средний Восток, Средняя Азия/, так и в хорошо увлажненных странах для перекрытия сезонного недостатка воды /Индия, Пакистан/. Наряду с речными на орошение используются и подземные воды /Иран/. В 1970-1980 гг. увеличился размах гидротехнического строительства для энергетических целей /гидроузлы: Братский на Ангаре, Красноярский на Енисее, Саньмынься на Хуанхэ, Санься на Янцзи, Бхакра-Нангал и Мангла на притоках Инда и пр./. Основная проблема Азии - несоответствие распределения водных ресурсов общим и сезонным потребностям быстро растущего населения. Решение ее заключается в сокращении сброса речных вод в океан, строительстве водохранилищ /в аридных районах - подземного магазинирования/, очистке промышленных стоков в странах с развитой индустрией, опреснении морских и подземных вод. Необходима переброска речного стока вод Ганга в южные районы Индостана /Индия/ и др.

3.3. Водные ресурсы Африки

Африка с прилегающими островами занимает площадь 30,1 млн. км² /22,4% суши/. На ее территории находится около 50 государств разных размеров, в которых проживает свыше 300 млн. чел. /плотность населения 10 чел./км²/.

Африка имеет сравнительно простые очертания и слабо расчлененную поверхность с горами в окраинной части. В центральной части материка преобладают обширные равнины и плоскогорья на высоте 200-500 м над уровнем моря. В Африке находится величайшая в мире пустыня Сахара /7 млн. км²/, на юге континента расположена полупустыня Калахари /0,9 млн. км²/. Африка располагается в субтропическом, тропическом и экваториальном климатических поясах. Влага поступает на континент в основном с Атлантического и Индийского океанов. Осадки на территории Африки распределяются весьма неравномерно. В наиболее сухом поясе /20-70° с.ш./, занимаемом в основном Сахарой, выпадает около 40 мм осадков, а в экваториальном поясе - от 357 до 3380 мм /в среднем - 1350 мм/. На побережье Гвинейского залива находится самое влажное место - Дабунджа /9950 мм осадков/. Выделяются четыре типа внутригодового распределения осадков: субтропический - с зимним максимумом и летним минимумом, сахарский - с неопределенным ходом, тропический - с летним максимумом и зимним минимумом, экваториальный - с максимумами весной и осенью. Испарение характеризуется широтной зональностью с увеличением абсолютных значений от 40° к экватору /от 200 до 840 мм - в северном полушарии и от 400 до 930 мм - в южном/. На фоне этой общей закономерности наблюдается резкое уменьшение испарения на 30-20° с.ш. Годовой ход испарения определяется, в основном, количеством и ходом атмосферных осадков. Сток с территории Африки осуществляется в бассейны Атлантического /49,5% площади/ и Индийского /18,9%/ океанов. Наиболее значительные реки склонов: Атлантического океана - Конго /44893 м³/с/, Тигр /8500 м³/с/, Нил /2322 м³/с/; Индийского - Замбези /3378 м³/с/, Лимпопо /824 м³/с/. 31,6% территории Африки - это область внутреннего стока, где реки с постоянным или временным течением теряются в песках или впадают в озера /шари/. В бессточных областях вокруг озер Чад, Кьоба, Бангвезулу находятся крупные болота.

Африка в гидрологическом отношении изучена сравнительно слабо и неравномерно. Лучше изучен бассейн Нила, в пределах которого наблюдения ведутся с древнейших времен /египетский ниломер существовал с 2000 г. до н.э./. Для континента характерно уменьшение стока от экватора к тропикам /в северном полушарии до 15° с.ш., в южном - до 20° ю.ш./ и увеличение его в субтропических областях. На большей части континента прослеживается четкая широтная зональность стока, нарушаемая в окраинных частях горными поднятиями. В пустыне Сахара, за исключением Нила, постоянного стока нет. Поверхностный сток наблюдает-

ся при осадках, превышающих 30 мм, в сухих реликтовых руслах /вади, хорах, уздах/. На величину стока в субтропической области северного полушария большое влияние оказывает карст. Сток с Атлантического склона /224 мм, коэффициент вариации 0,05/ почти в 10 раз превышает сток со склона Индийского океана /72 мм, коэффициент вариации 0,23/. Он поддерживается в основном крупными реками.

Водный режим рек Африки характеризуется резко выраженным годовым ходом, определяемым в основном режимом жидких осадков. Более 80% стока стекает в океан в течение 6 месяцев, однако реки Атлантического склона имеют пик в летние, а склона Индийского океана - в весенние месяцы /см. рис. 7/.

Африка относится к континентам, наименее обеспеченным водой. Общие запасы пресной воды на континенте - 2390 тыс. км³, из них более 99,9% приходится на вековые запасы /подземные воды и озера/ и всего 0,03% - на воды, находящиеся в русловой сети /195 км³/. Полезный объем водохранилищ составляет 432 км³, что увеличивает единовременный запас воды в руслах до 630 км³. Более 80% водных ресурсов Африки сосредоточено в пределах бассейна Атлантического океана. Основным источником водоснабжения бессточных территорий - подземные воды /артезианские бассейны Восточного и Западного эргов, Фацуана, Западной пустыни и др./. По количеству воды на душу населения /12000 м³/год/ Африка характеризуется показателями, близкими к средним для земного шара. Однако большая часть континента испытывает острый дефицит в воде вследствие несоответствия водных ресурсов тепловым. Водные ресурсы Африки используются в основном для орошения, водоснабжения городов, промышленных нужд. Однако общая площадь орошаемых земель - всего 2% площади континента. Наличие избыточно увлажненных районов создает возможность сооружения крупных водохранилищ /на р. Вольта в Гане сооружено самое крупное в мире по площади /8500 км²/ водохранилище Акосомбо/ и переброски речного стока в засушливые районы. Разработаны проекты обводнения Сахары водами р. Конго и др.

3.4. Водные ресурсы Северной Америки

Северная Америка занимает площадь 24,2 млн. км². Средняя плотность населения составляет 13,5 чел./км², однако подавляющая часть населения сосредоточена в южной половине континента /до 319 чел./км²/. Основную часть Северной Америки занимают США, Канада и Мексика.

Природные условия Северной Америки весьма разнообразны, что объясняется ее географическим положением, конфигурацией и сложным

строением поверхности. Система Кордильер ограничивает увлажняющее и согревающее влияние Тихого океана; теплый и влажный воздух с Карибского моря имеет существенное значение в увлажнении восточных районов; забитый льдами Гудзонов залив выступает в качестве своеобразного холодильника для внутренних равнин. Суммарное влагосодержание воздушных масс в слое 0-7 км от поверхности составляет 16,3 мм, скорость переноса - 5,3 м/с. Колебание годовых сумм осадков в Северной Америке чрезвычайно велико: от 50 мм в Долине Смерти на юге Калифорнии до 3780 мм в горах центральной Америки /Грейтаун/. Увеличение суммы осадков происходит с севера на юг от 180 мм /90-80° с.ш./ до 890 мм /60-50° с.ш./ и 2500 мм /10-0° с.ш./. В широтном поясе 30-20° /Мексиканское нагорье/ количество осадков снижается до 700 мм. На большей части континента преобладают летние осадки /30-40%/; на тихоокеанском побережье их доля в связи с пассатной циркуляцией снижается до 10%; в северной Канаде максимум осадков /35-50%/ приходится на позднюю осень и зиму.

Испарения в Северной Америке изменяется почти от 0 /север континента/ до 1000 мм /в Центральной Америке/. На территориях с достаточным увлажнением /север и восток континента/ распределение испарения близко к широтному /30-80° - 40 мм; 50-40° - 510 мм; 10-0° - 1040 мм/. Годовое распределение испарения для внетропических широт характеризуется летним максимумом и зимним минимумом. В субтропиках и тропиках максимум определяется ходом осадков и наблюдается весной /тихоокеанское побережье/, летом или осенью /атлантическое побережье/.

Сток с территории Северной Америки осуществляется в Северный Ледовитый /25% площади/, Атлантический /54%/ и Тихий /22%/ океаны. Наиболее значительные реки склонов: Северного Ледовитого океана - Маккензи /10800 м³/с; Атлантического - Миссисипи /18400 м³/с/ и Св. Лаврентия /14000 м³/с; Тихого - Колумбия /3000 м³/с/ и Юкон /6500 м³/с/. Значительное влияние на сток оказывают наличие многолетне-мерзлых пород и близкое залегание водоупорных пород /Канадский кристаллический щит/, а также - карстующихся пород /южная половина континента, побережье Мексиканского залива/.

Северная Америка принадлежит к многоводным материкам /средний годовой слой стока - 339 мм; коэффициент вариации - 0,05/. Разнообразие природных условий определяет территориальную изменчивость стока. Наиболее обводнены прибрежная полоса на юго-востоке Аляски и побережье Карибского моря на севере Коста-Рики. В равнинной части континента

сток составляет 600-200 мм. Самые маловодные районы /3-5 мм/ расположены на внутренних плато и плоскогорьях Кордильер, а также - на закарстованных территориях /полуостров Юкатан/.

На большей части континента /до 45° с.ш./ сток рек формируется в основном за счет снеготаяния, и максимальные расходы наблюдаются в весенний или весенне-летний периоды. К югу возрастает роль дождей, что определяет зональный характер режима рек /выделяются 16-районов с относительно однородным режимом/. Внутригодовое распределение стока бассейнов Атлантического, Тихого и Северного Ледовитого океанов характеризуется смещением максимальных расходов с июля на август /см. рис. 7/. В целом Мировой океан получает около половины стока за три летних месяца.

Общие запасы пресной воды на территории Северной Америки - 4400 тыс. км³; из них 98,4% приходится на вековые запасы: подземные воды /43,2%/, ледники полярных и высокогорных областей /55,2%/, озера /0,01%/. Ежегодно возобновляемый сток рек равен 8200 км³ /0,02%/; при этом единовременный запас в речной сети составляет 250 км³. Еще около 500 км³ - это полезный объем водохранилищ, увеличивающий единовременный объем воды в руслах до 750 км³. Ресурсы воды на душу населения высокие /21100 м³ в год/- второе место после Австралии и Южной Америки. Однако наиболее богаты водой северные районы, где население невелико, а потребности в воде для сельского хозяйства незначительны. Неравномерность распределения стока в пространстве и во времени определила необходимость широкого строительства водохранилищ, которое началось в 30-40 гг. этого столетия. В настоящее время сток многих рек континента /в первую очередь, США/ зарегулирован. Образцом гидро-технического комплекса, решившего задачи борьбы с наводнениями, судоходства, водоснабжения и энергетики, могут служить водохранилища в бассейне реки Теннесси. Сооружение 52 водохранилищ общей емкостью 27,5 км³ позволило полностью регулировать сток этой реки. В 1965 г. в США создан Совет по водным ресурсам, который произвел инвентаризацию всех водных ресурсов и оценил перспективы водообеспеченности на 2020 г. Более острой проблемой, чем истощение водных ресурсов на континенте, является их загрязнение. Планируются межбассейновые переброски стока Юкона, Фрейзера, Пис-Ривер, Атабаски, отчасти Колумбии в огромное водохранилище в Скалистых горах, а оттуда - в теплые провинции Канады, в Калифорнию, Аризону /проект НАВАПА/, а также - поворот рек Олбани, Муо, Харикано на юг, в Великие озера /проект ГРАНД/. В ряде районов /США, Мексика, Куба/ основным источником водоснабжения являются подземные воды.

3.6. Водные ресурсы Австралии и Океании

Австралия – наименьший по размерам материк площадью 7615 тыс. км². К Австралии относятся несколько материковых островов /Тасмания и др./. К северу и востоку от Австралии в Тихом океане располагаются группы островов, объединенных под общим названием Океании. Их площадь составляет 1270 тыс. км², причем 83% территории приходится на Новую Гвинею, Северную и Южную Новую Зеландию. Средняя плотность населения Австралии – 1,6 чел./км², Океании – 5,6 чел./км².

Австралия – самый низкий континент. Западная часть материка занята плато, центральная – обширной низменностью, восточная – горами Большого Водораздельного хребта. Острова имеют горный характер. Климатические условия Австралии и Океании определяются их положением вблизи экватора среди сравнительно теплых морей. Влажность атмосферы в слое 0–7 км над Австралией – 24 мм, скорость воздушных масс 7–9 м/с. 65% территории Австралии – это засушливые и полусухие земли; 35% – более или менее обводнены. Наиболее крупные реки региона: Муррей, Дарлинг, Сноуи, Уайкато.

Большая часть территории Австралии получает менее 200–300 мм осадков, что определяет полупустынный и пустынный климат материка. К зоне наибольшего увлажнения относятся восточные, северные и юго-западные окраины материка, где в узкой прибрежной полосе выпадает 1000–4000 мм осадков. По мере удаления в глубь континента количество осадков быстро уменьшается и в районе озера Эйр составляет 100 мм. На островах Океании выпадает большое количество осадков /до 7180 мм/. По характеру годового хода осадков выделяются четыре области, общей особенностью которых является чрезвычайная нерегулярность их выпадения. Годовые суммы испарения изменяются от 1000–900 мм на побережье до 130 мм во внутренних районах.

Годовой ход испарения определяется ходом осадков. В зоне экваториальных муссонов максимум испарения наблюдается зимой, в тропической зоне – во второй половине лета – начале осени, в субтропической – в холодный /на западном и восточном побережье/ или в теплый /на южном побережье/ период.

Распределение стока по территории Австралии в основном сходно с распределением осадков. Большую часть материка занимают районы с незначительным стоком /5–10 мм/. Области с высоким стоком /более 100 мм/ занимают небольшую часть территории на севере, востоке и юго-западе. На восточном побережье высокий сток /до 1500 мм/ связан с экранирующей ролью береговых хребтов. Наиболее полноводные реки Австралии

/Бердекин, Фицрой, Херберт, Сноуи/ берут начало в Восточно-Австралийских горах. Это короткие, бурные, порожистые реки дождевого питания. Сравнительно высокий сток на юго-западе /до 300 мм/ определяется экранирующим влиянием хребта Дарлинг. Область внутреннего стока занимает центральную часть континента. Самые большие реки бассейна озера Эйр /Куперо-Крик, Джорджина/ получают питание только в течение непродолжительных ливней. Поверхностный сток практически отсутствует в пустынях Большой песчаной, Виктория, Гибсона и карстовой равнине Налларбор. Острова Океании отличаются большой водообильностью. Сток повсеместно превышает 800 мм, а на наветренных склонах достигает 3000 мм.

Многолетние колебания годового стока возрастают в направлении переноса влаги от влажных периферических к внутренним засушливым районам /коэффициенты вариации 0,30–1,80/. В засушливых районах сток изменяется вниз по течению /до полного пересыхания/. По сезонному распределению стока выделяются три зоны: аридная /75% территории, сток ничтожно мал и образуется только после сильных ливней/, влажная /восточное и юго-западное побережье, острова Океании, максимум стока в марте/, семиаридная /сток весьма непостоянен и в сухой период прекращается/. В бассейнах Тихого и Индийского океанов основная часть /68%/ суммарного стока происходит в течение трех многоводных месяцев /см. рис. 7/.

Австралия отличается очень низкими запасами пресных вод – всего около 200 тыс. км³. Из них на долю возобновляемых ресурсов рек приходится всего 301 км³. Еще 154 км³ сосредоточено в озерах Новой Зеландии и 107 км³ – в ледниках Новой Зеландии и Новой Гвинеи. 10 км³ magazинировано в водохранилищах. Важное значение для водоснабжения региона имеют ресурсы подземных вод, которые сосредоточены в артезианских бассейнах: Большом Артезианском /1751 км²/, Пустынном /388 км²/, рек Муррей /282 км²/, Юкла /191 км²/ и др. Общие естественные запасы подземных вод по континенту достигают 1200 тыс. км³, но в зонах активного и сравнительно активного водообмена находится всего 300 тыс. км³. Воды сравнительно высоко минерализованы /1,0–6,0 г/л/. Их эксплуатируют более 200 тыс. скважин и колодцев. Обеспеченность водными ресурсами в Австралии в связи с редкой заселенностью довольно значительная /27400 м³ в год, а в Океании – самая высокая в мире /267000 м³ в год/.

Около 80% /10000 км²/ орошаемых земель Австралии сосредоточено в бассейне р. Муррей, большая ирригационная система создана на северо-западе /р. Орд/. В Снежных горах сооружается крупный гидроэнергетический комплекс, цель которого – переброска воды из бассейна р. Сноуи в бассейн Муррея и Маррамбиджи. Существуют проекты регулирования рек

3.5. Водные ресурсы Южной Америки

Южная Америка занимает площадь 17,8 млн. км² с плотностью населения 10 человек на 1 км². Она вытянута в меридиональном направлении, со всех сторон окружена обширными водными пространствами, имеет относительно слабо изрезанную береговую линию. Вдоль всей западной окраины материка тянется мощная складчатая система Анд, служащих барьером на пути движения влагоносных воздушных масс. Поэтому основную роль играет восточный влагоненос.

Основная особенность распределения осадков Южной Америки заключается в том, что обширная часть ее территории из-за экранирующего влияния Анд увлажняется осадками с годовой суммой более 1600 мм. Больше всего осадков выпадает в зоне их оротографического повышения /8000 мм, юг Чили, север Колумбии/, меньше всего – в узкой прибрежной зоне Тихоокеанского побережья между 12 и 28° ю.ш., где отсутствует западный перенос /менее 50 мм, пустыня Атакама/. Годовой ход осадков определяется сезонными особенностями климата. В области экваториальных муссонов летом выпадает 40–50% осадков. В субтропической зоне в течение года осадки распределяются более или менее равномерно /восточное побережье/ или проявляется зимний минимум /равнинная часть/. В умеренном климате более влажным является осенне-зимний сезон /до 60% осадков/.

Испарение в Южной Америке меняется в очень широком диапазоне: от 1040 мм в приэкваториальной зоне до 260–360 мм в южных широтах. Годовой ход испарения различен в разных климатических зонах. В экваториальной зоне оно распределяется внутри года равномерно, в отдельные месяцы приближаясь по абсолютным значениям к испаряемости. В зоне муссонов отмечаются два неглубоких минимума: зимний /уменьшение осадков/ и летний /уменьшение радиационного баланса/. В тропической, субтропической и умеренной зонах проявляется летний максимум испарения. Эти общие закономерности нарушаются в наветренной и подветренной областях, где возникают подзоны со своим режимом испарения.

Сток с территории Южной Америки осуществляется в акваторию Атлантического /85% площади/ и Тихого /7%/ океанов. 8% территории – это области внутреннего стока /Центральноандийское нагорье с озерами Титикака и Поопа, Аргентинская пампа/. Наиболее значительные реки вытекают в Атлантический океан: Амазонка /220000 м³/с/, Парана с Уругваем /23000 м³/с/, Ориноко /29100 м³/с/ и др.

Средний годовой сток меняется в широких пределах: от 5 мм в пустыне Атакама и на равнине Гран-Чако до 6000 мм на Тихоокеанском побережье

Патагонских Анд. В экваториальном, субэкваториальном и южном тропическом поясах /бассейны Амазонки, Ориноко, Парагвая/ наблюдается широтная зональность распределения стока. Она нарушается Гвианским, Бразильским плоскогорьями и Андами, а также океаническим побережьем. Средний сток с материка – 661 мм /коэффициент вариации 0,04/. Максимальная вариация /0,20/ отмечена для рек бассейна Тихого океана, что связано с их небольшими размерами и сложным режимом. Реки Южной Америки имеют преимущественно дождевое питание. Поэтому внутригодовое распределение стока определяется режимом осадков. Для экваториальной зоны 80% стока проходит за 8–9 мес., сток в период межени /октябрь – декабрь/ не превышает 10%. К северу и югу от экваториальной зоны наибольшая доля стока приходится на летне-осенний сезон с максимумом в конце периода дождей. В Патагонии существенную роль в питании рек играют также снеговые воды. 70% стока проходит в ноябре – феврале. Некоторые реки центральных Анд имеют грунтовое питание. Их режим также, как и режим рек, берущих начало из озер, отличается более равномерным распределением стока в течение года. В бассейн Атлантического океана с апреля по август стекает 54% годового стока, а с ноября по январь – всего 17%. Максимум приходится на июнь – июль /см. рис. 7/. Наибольший сток в бассейн Тихого океана наблюдается с февраля по июнь /98%/, наименьший – с августа по октябрь /20%/.

Общие запасы пресной воды на территории Южной Америки – 3010 тыс. км³; из них 99,6% приходится на вековые запасы /подземные воды, озера, ледники/, а 0,4% /11800 км³/ – на ежегодно возобновляемый речной сток. Единовременный запас в речной сети континента – 1000 км³. Полезный объем воды в десяти наиболее крупных водохранилищах составляет 123 км³, что увеличивает единовременный объем воды в руслах до 1120 км³. По объему водных ресурсов Южная Америка занимает второе место после Азии. Средняя обеспеченность водой на душу населения /63600 м³ в год/ почти в 5 раз выше, чем в среднем на земном шаре.

Основная водохозяйственная проблема – это внутригодовое регулирование стока. Полезный объем всех водохранилищ континента – пока около 1% годового стока рек. Вторая проблема – переброска воды из районов избыточного в районы недостаточного увлажнения. Разработан проект переброски вод рек Табакопо, Уанкабамба и Чотапо /Перу/ через 20-километровый тоннель в долину р. Ольмос. Кроме орошения эти воды будут использованы и для выработки электроэнергии.

северо-западных областей, создания крупного водоема в котловине озера Эйр о заполнении его водами океана. Проводят поиски методов рассоления подземных и опреснения морских вод.

3.7. Водные ресурсы Антарктиды

Площадь Антарктиды /включая шельфовые ледники/ - 13,98 млн. км². Это самый высокий материк Земли /средняя высота 2040 м/. Почти весь материк /99,7%/ покрыт льдом и относится к зоне полярных пустынь. В ледниковом покрове материка заключено около 21,6 км³ воды /62% пресных вод Земли/. На подавляющей /90%/ части Антарктиды таяния льда не происходит и речная сеть не развита. Наиболее крупные наледниковые водотоки имеют длину до 50 км и действуют в течение очень короткого периода времени. В прибрежной зоне имеются небольшие озера /самое крупное в оазисе Бангера - 14,7 км²/. Грунтовых вод практически нет, имеются подледниковые воды, но область их распространения и количество пока не определены.

Распределение осадков в Антарктиде характеризуется ярко выраженной широтной зональностью. Увлажненность убывает к центральной части материка от 300-600 до 50 мм и менее. В Западной Антарктиде максимум приходится на март - апрель, в Центральной - на июнь - июль. В прибрежной зоне /на расстоянии до 180 км/ наблюдается испарение, достигающее 200-250 мм в год, в зоне 180-700 км от берега - слабое /10-15 мм/ конденсация водяных паров на поверхности льда, в зоне 700-1400 км - слабое /5-10 мм/ испарение. Летом по всей Антарктиде наблюдается испарение, зимой - конденсация.

Сток с территории Антарктиды весьма своеобразен. Подавляющая часть осадков, выпадающих на ее поверхность, консервируется в твердой фазе и стекает в океан в виде льда в среднем через 10 тыс. лет. Жидкий сток происходит с 1% территории. Некоторая часть воды стекает в результате таяния льда на нижней поверхности ледникового покрова. Жидкий сток из области аккумуляции можно определить только приближенно /он составляет около 15 км³/год/. Ежегодный жидкий сток от донного таяния льда можно принять равным 50 м³. Расход льда с материка, оцениваемый по скорости движения ледникового покрова и по массе плавающих айсбергов, - примерно 1620-1985 км³. Все данные о гидрологии Антарктиды нуждаются в уточнении.

4. ПУТИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Интенсивное развитие промышленности и сельского хозяйства, рост населения, освоение новых территорий и связанное с этими процессами резкое увеличение водопотребления оказывают существенное влияние на гидрологический режим и состояние водных ресурсов. Поэтому хозяйственные мероприятия, проводимые сегодня, определяют тенденции развития многих отраслей народного хозяйства на перспективу. Основным инструментом планирования водохозяйственной политики на многолетие является перспективный прогноз. Это своего рода модель, необходимая для "примерки" комплекса различных мер к условиям будущего. Перспективное прогнозирование особенно эффективно в условиях планового хозяйства, поэтому оно широко применяется в СССР и странах СЭВ. Однако и в некоторых капиталистических странах начали проявляться элементы долгосрочного планирования водохозяйственной политики /в той степени, в какой они совместимы с системой капиталистической экономики/.

При перспективных водохозяйственных прогнозах наиболее трудным является определение методологии их составления. Следует учитывать не столько количественные изменения водного режима отдельных объектов вследствие увеличения объема производства, сколько качественные изменения водопотребления вследствие изменения технических средств и технической политики будущего. Это одна из основных причин пессимистического прогноза будущего человечества американских ученых /Ландоберг и др., 1965 г./ и так называемого Римского клуба /1971-1974 гг./. Римский клуб - это международная общественная организация, объединяющая около 70 предпринимателей, управляющих, политических деятелей и научных экспертов. Свою деятельность он начал в 1968 г. в Академии Деи Линчеи в Риме. Обсуждение перспектив развития человечества на ЭВМ привело экспертов к выводу о неотвратимости экологической катастрофы в 20-х годах следующего столетия. Ее основные элементы - нехватка воды и продуктов питания для бурно растущего населения. Подобные неомальтузианские выводы были подтверждены и в более поздних расчетах членов Римского клуба и нашли отражение во многих популярных публикациях /Фюрон и др./.

В СССР были проведены аналогичные расчеты, основывающиеся на опыте стран социалистического содружества по эксплуатации, воспроизводству и прогнозу водных ресурсов /Институт географии АН СССР, работы М.И. Львовича /1974 г./ и др.; Комитет СССР по МЦД, монография "Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли" /1974 г./ и др./.

Правовой основой прогноза явились "Основы водного законодательства СССР и союзных республик", принятые Президиумом Верховного Совета СССР в декабре 1970 г. Пути управления водным режимом и ресурсами намечены в Постановлении Верховного Совета СССР "О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию водных ресурсов" /1972 г./ и ряде последующих партийных и государственных документов.

Прирост объемов водопотребления на отдельных континентах, рассчитанный по отношению 2000 г. к 1970 г., составляет, %: в Европе - 230, Азии - 220, Африке - 290, Северной Америке - 240, Южной Америке - 430, в Австралии - 260. Суммарный прирост водопотребления должен составить 3387 км³, причем объемы безвозвратного водопотребления в 2000 г. составят 2930 км³. За счет чего можно обеспечить такой прирост?

Человек не в состоянии глобально влиять на атмосферное звено круговорота. Рассеивание тумана, борьба с градом, воздействие на облачность для подпитки водохранилищ и тушения лесных пожаров - это локальные воздействия. Более крупное вмешательство в атмосферные процессы - это уже "геофизическая" война /Вьетнам/, против которой категорически выступает Советский Союз. Таким образом, прирост запасов в этом звене на 2000 г. будет равен нулю. Испарение должно увеличиться за счет испарения с поверхности водохранилищ и пахотных земель на 1,7%. Это, в основном, безвозвратные потери. Полный речной сток, напротив, сократится на 3,8% за счет потерь на испарение из водохранилищ. Паводочный сток уменьшится на 23,5% за счет воды, аккумулированной в водохранилищах. Это увеличит на 7,5% валовое увлажнение и на 60% - устойчивый сток. Именно увеличение валового увлажнения и устойчивого стока - тот резерв пресной воды, на который может рассчитывать человечество в первой половине XXI в. Таким образом, выходом из "экологического тупика", который предвещает человечеству зарубежные демографы, является создание искусственного водного режима земного шара путем сооружения водохранилищ, подземного магазинирования, межбассейновых перебросок стока. Следует иметь в виду возможность привлечения и других, пока мало используемых источников /опреснение морских и рассоление подземных вод, транспортировка айсбергов из Арктики и Антарктики и пр./. Второе направление, требующее совместных усилий гидрологов и технологов, - это сокращение удельного водопотребления: переход промышленности на оборотное водоснабжение и "сухое"

производство, уменьшение безвозвратных потерь при орошении и т.д. Таким образом, человечеству в целом не грозит "водный голод" ни в 2000, ни в 2050 гг.

Другая сторона проблемы - качественное истощение водных ресурсов. Объем сточных вод достигает на отдельных континентах 180-290 км³ в год. Большая часть их обрасывается в гидрографическую сеть без очистки, хотя каждый кубометр стоков приводит в негодность 8-10 м³ чистой воды.

Загрязнение промышленными стоками, бытовыми стоками, химическими удобрениями и препаратами /гербициды, пестициды/ привело к значительному отравлению природных вод. Достаточно упомянуть, что Миссисипи, "сточная канава Америки", на большом расстоянии является мертвой рекой. Радикальное решение проблемы качества водных ресурсов возможно лишь путем проведения ряда научно обоснованных комплексных мероприятий, охватывающих крупные районы и требующих огромных материальных затрат и времени.

Для решения проблемы сохранения /или установления/ благоприятного режима поверхностных вод, способствующего их рациональному использованию и охране, необходимы совместные усилия ученых разного профиля, работающих в области наук о Земле, и государств с различными политическими системами. Реализация программ, проводимых ЮНЕСКО, возможна только в условиях мира и разрядки.

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

Атмосферные осадки - приходный элемент водного баланса. По характеру выпадения подразделяются на жидкие /дождь, роса/ и твердые /снег, град и т.д./. Измеряются высотой ося воды /мм/, образующегося за отдельный дождь /снегопад/ или за какой-либо период времени на водонепроницаемой горизонтальной поверхности.

Бассейн /речной/ - часть земной поверхности, включающая в себя данную речную систему и отделенная от других речных систем водоразделом.

Водосбор /водосборная площадь/ - площадь, с которой речная система собирает свои воды.

Водные ресурсы - поверхностные или подземные воды какой-либо территории, которые могут быть использованы в народном хозяйстве.

Водный баланс - количественное соотношение за год, месяц, декаду и т.д. прихода, расхода и аккумуляции воды для речного бассейна, озера, болота или любого иного гидрологического объекта /участка территории/.

Водный режим – изменение во времени уровней и объемов воды в реках, озерах и болотах.

Гидрограф – график изменения во времени расходов воды за год /осгон, половодье, паводок/.

Гидрологический режим – закономерные изменения состояния водного объекта во времени, обусловленные физико-географическими особенностями бассейна.

Государственный водный кадастр /ГВК/ – систематизированный, постоянно пополняемый и уточняемый свод сведений о водных объектах, составляющих единый государственный фонд водных ресурсов.

Грунтовые воды – подземные воды первого от поверхности постоянно существующего водного горизонта. Имеют свободную поверхность, дренируются гидрографической сетью.

Испарение – расходный элемент водного баланса, фазовое превращение воды /снега, льда/ из жидкого или твердого состояния в газообразное. Различают физическое испарение /с воды или льда/ и физиологическое испарение /транспирация/, связанное с жизнедеятельностью растений. Измеряется в миллиметрах.

Конденсация – приходный элемент водного баланса. Переход водяного пара в жидкое состояние. Конденсация происходит в атмосфере, на поверхности земли и воды, внутри горных пород, на поверхности растительности и т.п. Измеряется в миллиметрах.

Коэффициент стока – отношение высоты слоя стока за какой-либо период к количеству выпавших на водосборе осадков за тот же период.

Круговорот воды в природе – непрерывный замкнутый процесс циркуляции воды на земном шаре, происходящий под влиянием солнечной радиации и силы тяжести.

Максимальный расход воды – наибольший расход воды половодья или паводка. Различают средний суточный и наибольший мгновенный срочный расход воды.

Модуль стока – количество воды, стекающей с единицы площади водосбора. Выражается в литрах в одну секунду с 1 км² /л·с·км²/.

Норма годового стока – среднее значение годового стока за многолетний период такой продолжительности, при увеличении которой полученное значение существенно не меняется. Выражается в виде среднего многолетнего расхода, реже – в виде модуля или слоя стока.

Объем стока – количество воды, протекающее через рассматриваемый створ водотока за какой-либо период времени; выражается для малых потоков в кубических метрах, для крупных рек – в кубических километрах.

Расход воды – объем воды, протекающей через поперечное сечение потока в единицу времени. Выражается в кубических метрах в одну секунду /м³/с/, для малых водотоков – в литрах в секунду /л/с/.

Слой стока – количество воды, стекающее с водосбора за какой-либо промежуток времени в виде слоя /мм/, равномерно распределенного по площади.

Сток – расходный элемент водного баланса, представляющий перемещение воды в форме стекания по земной поверхности /поверхностный и в толще почвогрунта /подземный/. Поверхностный сток делят на склоновый /происходящий по склонам местности/ и русловой /по руслам рек и временных водотоков/. Выражается в разных единицах /мм, м³, л/(с·км²)/.

Уровень воды – высота поверхности воды /в сантиметрах/ над некоторой условной плоскостью.

Фазы водного режима – характерные периоды в годовом цикле водного режима рек. На равнинных реках умеренного пояса наблюдаются четыре фазы: весеннее половодье /длительное увеличение расходов/, летняя межень /малая водность/, осенние паводки /кратковременное увеличение расходов/, зимняя межень /малая водность/.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. – М.: Мысль, 1974. – 448 с.
2. Львович М.И. Воды и жизнь /Водные ресурсы, их преобразование и охрана/. – М.: Мысль, 1986. – 254 с.
3. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. – М.: Гидрометеоздат, 1974. – 638 с.

Дополнительной

4. Власова Т.В. Физическая география материков. Ч.1: Евразия, Северная Америка. – 4-е изд. – М.: Просвещение, 1986. – 417 с.
5. Власова Т.В. Физическая география материков. Ч.2: Южная Америка, Африка, Австралия и Океания, Антарктида. – 4-е изд. – М.: Просвещение, 1986. – 269 с.
6. Гидрологические и воднобалансовые расчеты /Под ред. Н.Г.Галущенко. – К.: Вища шк., 1987. – 248 с.
7. Общая гидрология /Гидрология суши/. – М.: Гидрометеоздат, 1984. – 422 с.

8. Природные ресурсы зарубежных территорий Европы и Азии /Под ред. А.М.Рябчикова. - М.: Мысль, 1976. - 447 с.

9. Физическая география материков и океанов /Под ред. А.М.Рябчикова. - М.: Выш.шк., 1978. - 647 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Понятие о водных ресурсах и водном балансе континентов	4
2. Составляющие водного баланса и их режим	8
2.1. Атмосферные осадки	8
2.2. Конденсация водяных паров	9
2.3. Испарение	11
2.4. Поверхностный сток	12
2.5. Подземный сток	21
3. Водные ресурсы континентов	25
3.1. Водные ресурсы Европы	25
3.2. Водные ресурсы Азии	28
3.3. Водные ресурсы Африки	31
3.4. Водные ресурсы Северной Америки	33
3.5. Водные ресурсы Южной Америки	36
3.6. Водные ресурсы Австралии и Океании	38
3.7. Водные ресурсы Антарктиды	40
4. Пути управления водными ресурсами	41
Краткий словарь гидрологических терминов	43
Список литературы	45

Учебное издание

Дублянский Виктор Николаевич, Олиферов Август Николаевич

Водные ресурсы континентов

Учебное пособие

Редактор С.С.Самойлова

Корректор И.С.Горин

Св. план 1988, поз. 83

Подп. к печ. 04.11.87. БЯ 01621 . Формат 60×84¹/₁₆. Бумага
тип. № 3 . Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,79 . Усл. кр.-отт. 2,9 .
Уч.-изд. л. 2,19 . Изд. № 353 . Тираж 1000 .
Зак. № 916 Цена 3 коп.

Симферопольский государственный университет им. М.В.Фрунзе
333036, Симферополь, ул.Ялтинская, 4

ГП ППО «Укрвузполиграф»
252151, г. Киев, ул. Воынская, 60.