

А. ГРИГОРЬЕВ

ВОДА И ЖИЗНЬ

А. ГРИГОРЬЕВ

ВОДА И ЖИЗНЬ

„КЫРГЫЗСТАН" ФРУНЗЕ, 1978

551.49
Г 83

Григорьев А. А.
Г 83 Вода и жизнь. Ф., «Кыргызстан», 1978 ©
56 с.

В брошюре приводятся современные сведения о водных богатствах нашей планеты, сосредоточенных в Мировом океане, литосфере, атмосфере, покровном и горном оледенении, водоемах суши — реках, озерах и водохранилищах. Освещаются степень и различные стороны использования водных ресурсов в настоящее время и в перспективе и влияние водных масс Мирового океана, рек и озер на жизненные и геофизические процессы. Особое место отведено характеристике водных ресурсов Киргизии — основным направлениям использования и охране от истощения и загрязнения.

551.49

Г $\frac{296-7}{М\ 451(17)-78} - 77$

2—9—6 © Издательство «Кыргызстан», 1978 г.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЫ НА ЗЕМНОМ ШАРЕ

Общее количество воды на земном шаре составляет около 1,4 млрд. км^3, из которых на долю Мирового океана приходится 96,52% этого количества. Вода Мирового океана непригодна для питья и в производстве не используется — слишком велика соленость морской воды — в среднем 35 г на 1 л. В некоторых странах, испытывающих острый недостаток в пресной воде, например в Мавритании, на Багамских и Бермудских островах, на острове Кюрасао и Капри, в Калифорнии, на Аравийском полуострове и в Японии, действуют установки по опреснению морской воды. Большей частью это перегонные аппараты, в которых дистиллированная вода получается путем выпаривания соленой воды и конденсации паров. В нашей стране опреснительные сооружения работают на полуострове Мангышлак, обеспечивая водой г. Шевченко. Источником энергии служит атомная электростанция.

Общая производительность опреснительных установок различных стран мира составляет сотни тысяч м^3/сутки. Пока метод опреснения морской воды в перегонных установках не нашел широкого применения из-за

большого потребления энергии и сложных сооружений. Опреснители строятся в местах, где они жизненно необходимы. Но недалеко то время, когда перегонка морской воды станет одним из путей утоления все возрастающего водного голода на нашей планете.

Непосредственное использование воды Мирового океана — задача будущего, а пока, и прежде всего, Мировой океан надо рассматривать как первооснову всего живущего, источник всех водных запасов суши, регулятор климата на нашей планете.

Благодаря замечательным свойствам воды — большой теплоемкости, максимальной на Земле величине теплоты испарения и очень большой подвижности — Мировой океан непрерывно заряжается тепловой энергией Солнца, испаряет воду со своей поверхности и переносит тепло и влагу на материки, создавая там необходимые условия для жизни.

В земной атмосфере содержится 12900 км^3 воды, которая находится там главным образом в виде пара, а также кристаллов льда. Основная ее масса сосредоточена в нижнем слое атмосферы — тропосфере. И хотя это количество ничтожно по сравнению с общими запасами воды в океане, всего 0,0009% от всех земных запасов, но влияние ее на жизненные процессы огромно. Источником круговорота воды является энергия Солнца. В среднем ежегодно с поверхности океанов и материков испаряется 525 тыс. км^3 воды. Испаряясь с поверхности океана, вода большей частью возвращается обратно в виде осадков и только 8% попадает на материки, где питает ледники, реки и подземные воды. Воды суши рано или

поздно снова попадают в океан, а часть испаряется, пополняя запасы водяного пара в атмосфере. Специалисты подсчитали — круговорот воды в атмосфере совершается за год около 40 раз, полный обмен воды в атмосфере — за 10 суток.

Велико влияние океана на климат нашей планеты. Вследствие вращения Земли воздушная оболочка не остается в покое. По мере продвижения к полюсам, воздушные массы постепенно отклоняются на восток, образуя мощный зональный поток в средних широтах. Однако на фоне общего западного переноса одновременно наблюдаются и меридиональные встречные потоки воздушных масс. Нагретый в тропиках воздух устремляется к полюсам, а с полюсов навстречу ему опускаются массы холодного воздуха. При встрече этих потоков, обладающих большими контрастами температур образуются воздушные вихри — циклоны. Они и несут на материки тепло и влагу с океанов. Установлено, что «кухней» погоды северного полушария в конечном счете является тропическая зона Атлантического и Тихого океанов, где испаряется свыше 80% общего количества влаги. Однако механизм переноса тепла и влаги воздушными массами и морскими течениями в умеренные широты с океана и далее на материки еще недостаточно изучен. Над этой проблемой — а с ней связан прогноз погоды — работают ученые многих стран, организуя комплексные международные экспедиции в Мировом океане, при самом активном участии Советского Союза.

От того, какими путями пойдут циклоны с

океана, зависят климат материков и ледовитость полярного бассейна. Известно, что в 20—30-е годы нашего столетия сильно потеплела Арктика — в среднем на 3,9°, а в отдельных районах — до 10°. Граница сплошного льда отодвинулась на десятки и сотни километров к северу, площадь льдов в Северном ледовитом океане сократилась примерно на 1 млн. км². Началось активное освоение Северного морского пути. Только при создавшихся условиях навигации маломощные ледокольные пароходы «Сибиряков» и «Челюскин» смогли самостоятельно преодолеть Северный морской путь и дойти до Чукотского моря.

Потепление Арктики было связано с изменением траекторий циклонов — они проходили значительно севернее, чем обычно, и вызвали интенсивное таяние ледяного покрова. В это время на Европейской территории Союза преобладала более засушливая, чем обычно, погода, это привело к уменьшению осадков и речного стока в бассейне р. Волги и падению уровня Каспийского моря почти на 2 м, что сильно сказалось на гидрологическом и биологическом режиме мелководной северной части. Исчез сохранившийся лишь на старых картах огромный залив Комсомолец, по площади в 2 раза превышающий оз. Иссык-Куль, остров Челекен стал полуостровом.

Циклоны, зарождаясь в тропических морях Мирового океана, достигают иногда ураганной силы. Проносясь над прибрежными районами, они сопровождаются наводнениями, ливнями и приносят неисчислимые бедствия. Так, тропический циклон 13 ноября 1970 г. в Бенгальском заливе привел к гибели 300 тыс.

человек. Большую опасность для прибрежных районов представляют и морские волны — цунами, возникающие от землетрясения. Наблюдениями за ними и предупреждением о надвигающейся опасности занимаются специальные службы в нашей стране, Японии и других странах.

Огромная механическая энергия заключена в приливах и отливах Мирового океана, которая возникает под влиянием сил притяжения Луны и Солнца. Особенно велики приливы в некоторых местах побережья Канады, Шотландии, Нормандии, Охотского и Белого морей, где высота приливной волны достигает 10 и более метров. В некоторых странах построены опытные ПЭС — приливные электростанции, использующие переменный напор воды.

Океан составляет жизненную среду морских животных и растений и является важным источником пищевых ресурсов. Он дает уже сейчас шестую часть всех белков животного происхождения. «Дары моря» велики, но не беспредельны. 100 млн. т. пищевой продукции в год может дать Мировой океан. Это его предел, но уже сейчас, несмотря на расширение районов лова и совершенствование технических средств, сокращается добыча сельди, трески, тунца, сардин. Недалеко время, когда придется ограничить добычу теплокровных морских животных.

Ежегодно в океане добывается около 510 тыс. т водорослей, которые идут в пищу, используются в качестве удобрений и сырья в медицинской промышленности.

Океан служит практически неисчерпаемой

кладовой различных солей и химических элементов. В мелководной части океана — береговом шельфе — добывается 1/5 часть всей добычи нефти и газа, и доля эта будет увеличиваться.

Океан — один из самых древних путей сообщения между народами. Только на морях возможна перевозка огромных объемов нефтепродуктов и сыпучих материалов в морских гигантах — танкерах — весом в сотни тысяч тонн.

Однако океан, несмотря на его громадную массу воды, находится в опасности. Океан — это конечный пункт, куда попадают все виды загрязнений — термические, нефтяные, бактериальные, ядерные, промышленные. Наибольшую опасность для океана представляют нефтепродукты. Одни только суда сливают ежегодно в море вместе с балластными и моечными водами около 1,2 млн. т нефти и свыше 10 тыс. т других еще более вредных веществ.

Титаны моря — супертанкеры — часто терпят аварии, выбрасывая огромное количество нефти в океан. В 8 млн. долларов обошлась английскому правительству очистка побережья после аварии супертанкера «Торри Каньон» в марте 1967 г. 100 тыс. т. нефти разлилось на поверхности моря. Погибли миллионы рыб и десятки тысяч морских птиц. Надолго вышли из строя сотни километров пляжей на побережье Англии и Франции.

Только за 1969 и 1970 гг. было зарегистрировано 266 аварий танкеров. А вот более современные данные. 15 декабря 1976 г. у бе-

регов США сел на мель и раскололся танкер «Арго Мэрчант». В море вылилось 26 млн. л нефти. 30 декабря того же года у берегов Новой Шотландии раскололся танкер «Гранд Зенит». В океан вылилось 30 млн. л нефти. 18 января 1977 г. у Гавайских островов разломился нефтевоз «Айринз Чэлленджер», что привело к утечке 12 млн. л нефти.

Воды мирового океана загрязнены пестицидами, которые обнаружены в тканях морских животных и птиц и даже у антарктических пингвинов. Если загрязнение Мирового океана не приостановить, то оно может привести к нарушению экологического равновесия, изменению режима теплообмена и газообмена между океаном и атмосферой и в целом — к изменению жизненных условий на нашей планете. Сотрудничество всех стран мира с целью рационального использования водных, энергетических, пищевых и минеральных ресурсов является одной из актуальнейших проблем.

Большие запасы пресной воды законсервированы в ледниках Антарктиды, Гренландии, арктических островов и горных ледниках — 24 млн. км^3, что составляет около 1,74% всех запасов воды. Ледники покрывают 16 млн. км^2 суши. Эта величина не оставалась постоянной. Наибольшее оледенение со времени появления человека наша Земля испытывала 250 тыс. лет назад, когда площадь оледенения была в 5—6 раз больше современной, а уровень Мирового океана ниже на 100—150 м. Последние льды на равнинах Европы и Северной Америки растаяли примерно 10 тыс. лет назад. И хотя сейчас

климат значительно теплее, чем в ледниковый период, он отличается большой неустойчивостью. Огромные полярные шапки нашей планеты (где немалую роль играют и морские льды) создают климатические контрасты, поддерживают существование климатических зон на Земле. Оледенение усиливает движение воздушных масс и океанских вод и как бы противоборствует другому началу — тропической зоне Мирового океана, «грелке» нашей планеты.

Если предположить, что весь ледяной щит нашей планеты растает, то уровень океана поднимется на 65 м. Этот объем стаявшей воды равен стоку всех рек земного шара за 650—700 лет. При этом была бы затоплена 1/3 наиболее обжитой территории Земли. Но мы знаем, что в ближайшее время этого не случится. Смена ледниковых периодов происходит медленно, и вода, заключенная в ледниках, практически не участвует во влагообороте земного шара. По данным различных исследователей, продолжительность обмена воды в ледниках колеблется от 8300 до 1500 лет. Таким образом, материковые льды Антарктики и полярных островов, не участвуя активно во влагообороте, тем не менее оказывают влияние на климат, поддерживают уровень Мирового океана. В некоторых странах, испытывающих водный голод, изучается возможность транспортировки из полярных широт и использования айсбергов — огромных хранилищ пресной воды. Например, по расчетам американских ученых, одного из айсбергов, который сейчас плавает у берегов Антарктиды (его длина около 70 км, а шири-

на 56 км) хватило был для обеспечения водой столицы США г. Вашингтона на 5500 лет.

Особое место занимают горные ледники умеренных широт. Влагооборот в них происходит за более короткое время, чем у ледников Антарктиды и Гренландии,— за 500—600 лет. У малых горных ледников этот период еще короче. Горные ледники каждое лето дают гарантированный сток воды в реки. Он мало зависит от того, какой была предшествующая зима в горах — многоснежной или малоснежной. И каким бы ни было лето — река свою долю получит, причем в самое нужное для поливов время — в июле и августе.

Второе место среди водных запасов (исключая воды Мирового океана) занимают подземные воды. В настоящее время ориентировочно считают объем подземных вод равным 23,4 млн. км^3. Определить точно запасы невозможно, так как неизвестна их нижняя граница.

Запасы подземных вод в зоне активного водообмена (до глубины 5 км) составляют приблизительно 4 млн. км^3. Подземные воды, так же как и ледники, отличаются замедленным влагооборотом, но все же скорость полного водообмена значительно короче — от нескольких месяцев до 5000 лет, в зависимости от вида подземных вод.

Большая часть подземных вод зоны активного водообмена образуется за счет фильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод в более глубокие слои под воздействием силы тяжести. Часть воды образу-

ется из паров воздуха, проникающего в поры и трещины. Гидрогеологи выделяют также ювенильные воды, которые образуются из паров воды и отдельных ионов водорода и кислорода, поступающих с больших глубин.

Подземные воды наряду с реками относятся к основным водным ресурсам нашей планеты. Они обладают рядом замечательных свойств. Прежде всего они являются наиболее устойчивым и во многих районах единственным источником пресных вод высокого качества.

В связи со значительным загрязнением поверхностных вод и возрастающим их использованием, подземные воды становятся важным источником водопотребления не только в коммунальном хозяйстве, но и в промышленности и сельском хозяйстве. В настоящее время в нашей стране используется около 8—10% запасов подземных вод.

Подземные воды составляют свыше 1/3 общего речного стока. В течение зимы реки нашей страны получают питание только за счет подземных вод. А есть реки, в карстовых районах, в предгорных областях, которые получают питание исключительно за счет подземных вод в течение всего года.

Многие минеральные источники обладают целебными свойствами и широко используются в терапии для питья и ванн.

Средой обитания человека является суша, поэтому ее воды представляют наибольший практический интерес. В водоемах суши — озерах, водохранилищах, болотах и реках — содержится 188820 км^3 воды, т. е. немногим более 0,01% всех водных запасов. Подавляю-

щая масса воды — 176400 км³ — сосредоточена в озерах, около 1/3 ее приходится на долю соленых и солоноватых озер бессточных областей.

Самое большое на земле озеро — Каспийское море. В нем сосредоточено 78200 км³ воды. Из пресных озер наибольшее количество воды заключено в Великих американских озерах — Верхнем, Мичиган, Гурон, Эри, Онтарио и Большом Невольничьем. В нашей стране самый большой хранитель пресной воды — озеро Байкал. В нем содержится 22000 км³ воды — больше, чем во всех крупных озерах вместе взятых (88% от всех запасов).

В нашей стране имется 2850000 озер, из которых подавляющее большинство — пресные (95%). Площадь зеркала всех озер составляет более 2% поверхности территории нашей страны.

В болотах сосредоточено 10300 км³ воды. Болота, так же как и озера, относятся к водоемам с замедленным водообменом и расположены в районах с избыточным увлажнением.

Наибольшее значение в жизни природы и хозяйственной деятельности человека имеют реки. Вспомним историю древнего мира. Большинство высокоразвитых цивилизаций древности возникло в долинах рек, таких как Тигр и Евфрат, Нил и Инд, Хуанхэ, Амударья, Зеравшан. Не случайно их называли речными цивилизациями. В этих плодородных долинах, богатых теплом и водой, с давних пор было развито земледелие на основе искусственного орошения. Древние ирригаторы строили плотины, каналы и дамбы, приспо-

сабливаясь к режиму реки. Но иногда реки вздувались наводнениями, меняли русла, заносили поля. Стихийные бедствия усугубляли войны. Захватчики прежде всего уничтожали плотины и дамбы, и тогда на место зеленых оазисов вторгалась пустыня, ибо без воды не было жизни. В странах, где не было нужды в искусственном орошении, люди также с древнейших времен селились по берегам рек, которые защищали от врагов, служили обеспеченным источником водоснабжения, средством сообщения, местом рыболовства и охоты, а пойменные берега — пастбищными угодьями.

Многие реки служили водными путями великого переселения народов и во многих местах — единственной средой сообщения в лесисто-болотистой местности. Особенно развито было судоходство у древних народов по Дунаю, Днепру (вспомните путь «из варяг в греки»), Волге. Первые землепроходцы продвигались в глубь Ойкумены — неизведанной земли — исключительно по рекам. До недавнего времени продвижение в глубь величайшего на Земле речного бассейна Амазонки возможно было только по воде.

В настоящее время реки интересуют человека прежде всего как источник водных ресурсов. В руслах всех рек земного шара при среднем уровне воды в них содержится единовременно около 2120 км³ воды, что составляет 0,00015% всего объема воды на нашей планете. Но речная вода не остается в покое. Она находится в непрерывном движении и обновляется в руслах в течение года 20 раз.

Следовательно, полное обновление воды происходит в среднем за 18 суток.

Таким образом, речные воды наряду с водяным паром в атмосфере относятся к наиболее быстро возобновляемым водным ресурсам.

Объем суммарного речного стока воды с поверхности суши составляет около 45 тыс. км^3 в год.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕК

Ни один из источников водных ресурсов по сравнению с реками не испытал столь существенных преобразований под влиянием деятельности человека. Это и понятно. Вода в реках пресная и находится на поверхности. В силу своей подвижности она обладает большой энергией. Уклоны речного русла позволяют отводить воду в каналы, строить на реке плотины для создания напора.

Водные ресурсы в нашей стране являются важнейшим фактором экономического развития. Их комплексное, рациональное использование, охрана от загрязнения и истощения находят воплощение в народнохозяйственных планах. Нашей стране в целом не угрожает водный голод, но надо учитывать крайне неравномерное распределение водных ресурсов по территории и особенности режима рек.

На территории СССР протекает свыше 2900000 водотоков длиной более 10 км, общая протяженность которых равна 10 млн.

км. Суммарный их сток в средний по водности год равен 4700 км³, что составляет около 11% мирового стока речных вод. Это огромная величина пресной воды, если рассматривать ее в абсолютном значении. Но если учитывать удельный объем речного стока, приходящийся на единицу площади, то она меньше средней величины для рек Земли — ведь территория нашей страны составляет 16% всей поверхности суши.

Гидрографическая сеть СССР имеет крайне неблагоприятное распределение. В экономически наиболее развитой части страны имеется около 20% суммарных водных ресурсов, а наибольший сток приходится на малообжитые территории Сибири и Дальнего Востока. Например, только в Карское море сбрасывается ежегодно 1324 км³ воды, а в пустынных областях Средней Азии и Казахстана поверхностный сток почти отсутствует и реки, текущие с гор, выносят ежегодно на равнину только 125 км³ воды — 2,8% общего стока рек СССР.

Большинство рек нашей страны имеет сезонный характер стока. Наибольшую массу воды реки несут весной, некоторые — летом, так как формируются за счет талых снеговых вод обширных равнин, а также дождей, а в остальную часть года преобладает меженный сток, когда реки питаются преимущественно подземными водами.

Сток рек значительно колеблется от года к году. Особенно отрицательно сказываются маловодные периоды в засушливых районах нашей страны, где необходимо искусственное орошение.

Советский Союз занимает одно из первых мест в мире по запасам гидроэнергии и производит около 10% всей гидроэнергии мира. Однако ГЭС пока вырабатывает только 20% всей электроэнергии, 80% приходится на долю тепловых и атомных электростанций. Такая диспропорция становится понятной, если посмотреть, как распределяются гидроэнергоресурсы по территории нашей страны. Свыше 82% их приходится на реки Сибири и Дальнего Востока, экономический потенциал которых начал осваиваться нарастающими темпами в последнее десятилетие.

Следует учитывать и суровые климатические условия, и необжитость этих районов, удорожающие строительство ГЭС. Наиболее благоприятны, в смысле строительства ГЭС, горные районы, где затопляемая водохранилищами площадь относительно невелика, а уклоны речных русел создают необходимый напор для выработки электроэнергии. В этом отношении наглядно сравнение потенциальных гидроэнергоресурсов равнинных и горных рек. Так, р. Нарын немногим уступает по запасам энергии Волге (соответственно 52 и 54 млрд. квт. ч., хотя среднегодовой сток Нарына в 20 раз меньше, чем у Волги).

Неравномерное распределение водных ресурсов по территории и сезонный характер речного стока вынуждают человека активно вмешиваться в природную среду и, в частности, в водные объекты, изменяя их естественный гидрологический режим и водоносность. При этом, конечно, неизбежен и ущерб — ведь забирая воду в одном месте, мы теряем ее в другом. Часть воды теряется безвозвратно —

например, при испарении растениями или с поверхности водохранилищ.

Направления хозяйственного использования воды различны в разных районах и зависят от размещения производительных сил и потребностей в воде. По характеру использования водных ресурсов потребители воды делятся на водопользователей и водопотребителей. Вода, потребляемая водопользователями, используется в качестве источника энергии или как среда для водного транспорта, лесосплава, рыбного хозяйства, мест отдыха и т. д. Отрасли-водопотребители изымают воду для своих нужд. Это в первую очередь сельское хозяйство, промышленность и коммунальное хозяйство.

Человек в своей практической деятельности воздействует на водные объекты прямо и косвенно. Непосредственное воздействие осуществляется путем строительства водохранилищ, водозаборов, дамб, обвалования русел, межбассейновых переброс воды.

К косвенным факторам, которые изменяют соотношение между элементами водного баланса в бассейнах рек, относятся агротехнические и лесомелиоративные мероприятия, осушение заболоченных земель и т. д. Под их воздействием изменяются условия испарения и сток с поверхности бассейна, режим подземных вод.

При воздействии человека на водные объекты значительно меняется и качественный состав воды — минерализация, температура, биологические свойства, увеличивается загрязнение.

Большое влияние на гидрологический ре-

жим рек оказывают водохранилища, многие из которых по площади зеркала и запасам воды могут быть приравнены к крупным озерам. В мире уже более 10 тыс. искусственных озер. В них содержится около 3000 км³ полезного объема воды, а площадь водохранилищ 400 тыс. км³.

Крупные водохранилища строят много лет, и стоят они дорого — ведь кроме возведения водоподъемной плотины надо подготовить ложе будущего водохранилища: перенести населенные пункты, дороги и другие коммуникации из зоны затопления, вырубить лес и т. д. Водохранилища ведут к некоторым потерям воды — на испарение, особенно в южных районах, к засолению или заболачиванию прилегающих земель и т. д.

Ущерб народному хозяйству при сооружении водохранилищ велик, поэтому создание водохранилищ, особенно водохранилищ-гигантов, должно быть экономически оправдано, а решение о их строительстве принято после детального изучения всех возможных последствий изменения природной среды.

Большое искажение естественного стока вносят межбассейновые переброски стока рек в маловодные бассейны из многоводных. Например, давно иссякла бы Москва-река без полнокровного пополнения из Волги и других рек. Волжская вода попадает в Дон, Иртыш, снабжает Караганду; Нарын орошает Ферганскую долину — один только Большой Ферганский канал забирает 6 км³ в год. Амударьинская вода по Каракумскому каналу пришла в долины Теджена и Мургаба, и недалек тот день, когда она дойдет до Каспия, пре-

одолев тысячекилометровый путь через пустыню. Уже сейчас это самый длинный канал в мире. Ведутся подготовительные научно-исследовательские работы по изучению проблемы переброски в Среднюю Азию стока сибирских рек — Оби и Иртыша и рек Печоры и Северной Двины в Волгу.

На гидрологический режим рек (и подземных вод) влияют в той или иной степени любые агролесомелиоративные и другие мероприятия, проводимые в речном бассейне: распашка земель, вырубка или насаждение лесов, осушение болот, снегозадержание, промывка засоленных почв, сооружение шахт и карьеров, выпас скота, прокладка дорог и многое другое. Даже современный город, закованный в асфальт и бетон, является как бы огромной стоковой площадкой и в известной мере влияет на местный сток дождевых и талых снеговых вод и их качество.

Известна водоохранная роль лесов. Вырубка леса влечет за собой боле быстрое таяние снега в бассейне, пересыхание малых рек и родников, а на горных склонах — к смыву почвы и образованию селевых потоков. В последние десятилетия интенсивно вырубаются тропические леса в Индии, на юго-востоке Азии, в бассейне р. Амазонки. Вырубки привели во многих местах к неожиданным последствиям. Тропические ливни начисто смывают почвенный покров, незащищенный лесом, и он уже не восстанавливается. На месте леса образуется бесплодная пустыня — и это в районах, где более всего на земном шаре выпадает атмосферных осадков.

Основным водопотребителем пресных вод

суши является сельское хозяйство. Если в промышленности значительная часть воды возвращается в водоемы, то в сельском хозяйстве большая часть — около 3/4 — составляют безвозвратные потери. Только на орошение забирается около 2000 км³/год, а к 2000 г. величина водозабора на орошение возрастет до 3400 км³/год.

Площадь орошаемых земель равна 250 млн. га. И хотя они составляют всего около 15% обрабатываемых сельскохозяйственных площадей мира, но дают более половины всей сельскохозяйственной продукции в стоимостном выражении — за счет высоких урожаев и ценности выращиваемых культур, в первую очередь хлопка.

В Средней Азии оросительные нормы, т. е. количество воды, необходимое для выращивания той или иной культуры с гектара орошаемой площади, составляет: для хлопчатника 6,5—7,0 тыс. м³/га, а для риса — от 22 до 58 тыс. м³/га.

Водозабор на орошение оказывает существенное влияние на режим реки. На малых реках в результате водозабора возможно полное прекращение руслового стока. Например, почти целиком разбираются на орошение реки Чуйской долины, стекающие с северного склона Киргизского хребта. Однако полного истощения водных ресурсов территории не происходит, так как значительная часть воды в результате фильтрации на оросительной сети поступает на пополнение грунтовых вод и попадает вторично в русловую сеть на нижележащих участках. С уменьшением поверхностного стока рек и увеличением в их пита-

нии возвратных вод возрастает общая минерализация воды в низовьях рек, и она может стать непригодной для некоторых видов потребления.

Существенным водопотребителем является промышленность и в первую очередь такие ее отрасли, как тепловая и атомная энергетика, металлургия, химическая промышленность, машиностроение, целлюлозно-бумажная и пищевая промышленность. Вода как среда-поглотитель, растворитель или средство транспортировки загрязняется в той или иной мере и требует для повторного использования очистки в системе дорогостоящих и сложных очистных сооружений и огромного количества чистой воды для разбавления, в 5—10, а иногда в 50—100 раз превышающего количество сточных вод.

Различные отрасли промышленности характеризуются различной водоемкостью. Относительно небольшое количество воды — от 0,5 до 50 м³ на 1 т продукции—требуют предприятия угольной, пищевой промышленности, черной металлургии. Многие предприятия химической, целлюлозно-бумажной, текстильной промышленности, цветной металлургии потребляют уже 500—600 м³ воды на 1 т продукции, а вот для изготовления 1 т вискозного целлофана или шелка требуется уже 1000—1200 м³ воды, а конденсаторной бумаги — 1300—6000 м³ свежей воды.

Наиболее крупным водопотребителем воды являются тепловые и атомные электростанции. Доля их в водопотреблении промышленности в нашей стране превышает 60%.

Особое место в жизни человека занимает коммунально-бытовое водопотребление. Хотя на нужды населения городов и рабочих поселков нашей страны расходуется безвозвратно всего 3—4% потребляемой воды, к ней предъявляются чрезвычайно высокие требования. Коммунально-хозяйственная вода, особенно питьевая, имеет целый ряд гигиенических нормативов, несоблюдение которых делает воду непригодной для водопотребления.

Наиболее отвечают предъявляемым требованиям глубинные подземные пресные воды. В настоящее время водой из подземных источников снабжается более половины городского населения и около 80% сельского. Особенно быстрыми темпами растет коммунально-бытовое водопотребление городов. И это не случайно. Города быстро растут. Если в 1800 г. в городах нашей планеты проживало только 3% населения, то в 1990 г., по данным ЮНЕСКО, в городах будет жить более половины населения. В настоящее время в крупных городах на каждого жителя расходуется, включая промышленное водопотребление, 400—500 л воды в сутки, и эта величина достигнет к концу века 1000 л.

Основными водопользователями в нашей стране являются гидроэнергетика, о ней уже упоминалось выше, речной и морской транспорт, рыбное хозяйство и рыболовство, лесосплав. В связи с ростом городов, повышением благосостояния народа все большее значение приобретает массовый отдых трудящихся, в том числе и на водах. Огромной популярностью пользуются пляжи наших южных морей, рек и водохранилищ. Зоной

отдыха и лечения всесоюзного значения стало оз. Иссык-Куль.

ВОДЫ КИРГИЗИИ

Киргизия — единственная из союзных республик, местный речной сток которой практически полностью формируется на ее территории. Ни одна река не притекает со стороны. Зато с гор Киргизии реки текут во все стороны света — на север, на юг, восток и запад. В этом — одна из гидрологических особенностей горной республики. Киргизия располагает значительными водными ресурсами. На ее территории насчитывается свыше 30 тыс. рек и ручьев, в том числе 1960 рек длиной более 10 км. С гор в окружающие долины стекает в среднем около 49 км³ воды.

В Киргизии много озер — около 3000. Водные ресурсы законсервированы в ледниках. Объем льда в них составляет около 700 км³. В горных долинах и впадинах скрыты большие запасы подземных вод. Прогнозные ресурсы их оцениваются в 175 м³/сек.

По общим запасам гидроэнергетических ресурсов Киргизия занимает 4-е место среди братских союзных республик, а по удельным запасам (на 1 км² территории) — 3-е, после РСФСР и Таджикистана.

Человек стремится максимально использовать воду для своих нужд. Не составляет исключение и Киргизия. Хозяйственная деятельность существенным образом изменяет гидрологический режим рек и подземных вод

и является важнейшим природопреобразующим фактором.

Несмотря на обилие водных ресурсов Киргизии, распределяются они как по территории, так и по времени — по годам и внутри года — неравномерно. Кроме того, воды рек Киргизии используются большей частью за ее пределами. Это обстоятельство выдвигает перед ирригаторами и энергетиками проблемы по регулированию стока рек и рациональному использованию водных ресурсов, их охране от загрязнения и истощения.

Большую ценность представляют реки, озера, водохранилища и ледники для рекреационных целей — в качестве объектов массового отдыха, туризма и альпинизма.

Водная среда многих озер и прудов может послужить отличной базой для рыбного хозяйства.

Но не только пользу приносят реки, озера и подземные воды. Неумеренные поливы вызывают подъем уровня и засоления подземных вод. Высокогорные и ледниковые озера, многочисленные саи и русла рек таят угрозу селевых потоков и затоплений. Паводки на реках наносят ущерб гидротехническим сооружениям и дорогам, сельскохозяйственным угодьям. Неумеренный выпас скота на склонах приводит к эрозии почв. Избыточное переувлажнение склонов атмосферными осадками влечет за собой в ряде мест образование оползней. Зимние заторы льда и шуги угрожают мостовым и другим переходам через реки.

На территории Киргизии выделяются 2 гидрологические области — формирования и

рассеивания стока. К области формирования стока относится горная часть республики. Здесь, как правило, осадков выпадает больше, чем может испариться. Разница и образует поверхностный — речной и в меньшей мере — подземный сток. Гидрографический облик зоны формирования стока определяют ледники, озера и многочисленные реки и ручьи. Подземные воды сопутствуют речному стоку. Они образуются ниже зоны вечной мерзлоты, циркулируя в трещинах горных пород и рыхлообломочных отложениях. Часто выходят на дневную поверхность в виде родников и сазов.

Гидрологический режим подавляющего числа водотоков этой области пока еще мало затронут хозяйственной деятельностью человека. Орошение пастбищ и посевов несущественно отражается на годовом стоке рек. Реки области формирования стока обладают большими потенциальными энергоресурсами благодаря большим уклонам речных русел.

Поистине неоценимым сокровищем Киргизии являются ее ледники, которые венчают рассматриваемую высокогорную зону. Наибольшее оледенение приурочено к самым высоким хребтам и горным узлам. Царство льда, снежных лавин и белоснежных исполинов представляет собой горно-ледниковый узел на самом востоке нашей республики. Многочисленные лавины и снегопады дают питание самым большим ледникам Киргизии — Северному и Южному Иныльчеку, Каинды, Мушкетова, Семенова и др. Велика площадь оледенения в бассейне р. Нарын (абсолютная, а не по отношению к огромной

площади его бассейна) — свыше 1 000 км², северного склона хребта Терскей Ала-Тоо, Заалайского, Алайского и Кичик-Алайского хребтов на юге Киргизии, где получают начало такие «ледниковые» реки, как Сох, Кызылсу, Исфайрамсай. Хорошо изучены небольшие, но многочисленные ледники в верховьях рек Чон-Кемин, Иссык-Ата, Алаарча.

Ледники часто сравнивают с застывшими реками. Крупные ледники имеют притоки, они движутся, несут с собой, как и реки, большую массу обломочного материала. Только все эти процессы замедлены. По расчетам известного гляциолога Р. Д. Забирова, для полного обмена льда ледников Аксая требуется не менее 500—600 лет, а на мелких ледниках — 150—200 лет. Ледники Киргизии, как и ледники других горных стран, достигли своего могущества в более холодную и обильную осадками эпоху. Сейчас они медленно отступают, приспосабливаясь к современным климатическим условиям. Уменьшается их мощность, укорачиваются языки, оставляя перед собой и на себе груды принесенных обломочных отложений — морен, среди которых встречаются многочисленные озера. Многие исследователи считают, что период деградации ледников завершается и они почти достигли стационарного состояния.

Область рассеивания стока располагается непосредственно ниже области его формирования, занимая территорию предгорных долин, т. е. собственно Чуйскую и Таласскую долины, Иссык-Кульскую котловину и Ферганскую долину (в пределах Киргизии), а также отчасти внутригорные впадины — Коч-

корскую, Джумгальскую, Нарын-Алабукинскую, Тогус-Тороускую и Кетмень-Тюбинскую (до затопления ее водохранилищем). Рассеивание стока происходит здесь за счет преобладания потерь над выпадением осадков. В Чуйской долине, например, при годовой сумме осадков порядка 400 мм может испариться до 1000 мм. Процесс рассеивания стока еще более усиливается в результате широко развитого здесь поливного земледелия.

Но область рассеивания стока характеризуется не просто потерями. Здесь одновременно происходит перераспределение стока поверхностного в подземный и наоборот. В этой зоне изменяется химический состав поверхностных вод, происходит наиболее интенсивное их загрязнение.

Подземные воды пополняются за счет погружения поверхностных вод в рыхлые отложения конусов выноса, за счет инфильтрации воды на орошаемых полях и выпадения атмосферных осадков. В нижней зоне области рассеивания стока подземные воды часто выходят на поверхность, образуя так называемые «карасу». Таковы, например, Красная речка и многочисленные безымянные «карасу» в Чуйской долине, Кировские родники в Таласской долине и т. д.

Естественный режим рек в области рассеивания стока сильно искажен. Многие реки большую часть года на отдельных участках пересыхают. Лишь в зоне выклинивания подземных и возвратных вод с орошаемых полей реки получают дополнительное питание и по ним возможен вновь поверхностный сток.

Реки Киргизии, как уже упоминалось, текут во всех направлениях и заканчиваются за ее пределами слепыми концами или впадают в крупные бессточные озера. Часть стока заканчивается внутри самой Киргизии — в бессточных озерах Иссык-Куль и Чатыр-Кёль.

Основной водной артерией Киргизии является р. Нарын, которая образуется от слияния Большого и Малого Нарына. Большой Нарын берет начало у ледника Петрова в хребте Ак-Шийрак и течет на запад, где после слияния с Малым Нарыном принимает ряд притоков, из которых наиболее крупные Он-Арча, Ат-Баши, Кок-Джерты, Алабуга, Кёкёмерен, Чичкан, Узунахмат, Карасу-левая, Карасу-правая. В пределах Ферганской долины Нарын, принимая слева Карадарью, образует Сырдарью. В Карадарью в свою очередь впадает Каракульджа, Яссы, Тентяксай, Кугарт, Куршаб, Акбура, Аравансай. К бассейну Сырдарьи относятся также реки, стекающие в Ферганскую долины,— Падшаата, Гавасай, Исфайрамсай, Шахимардан, Сох, Исфара, Ходжабакирган, Аксу. В пределах Киргизии протекает р. Чаткал, главная составляющая р. Чирчик. На юге Киргизии по Алайской долине протекает р. Кызылсу — составляющая р. Вахш.

Главная река севера Киргизии — Чу. Она образуется в Кочкорской впадине от слияния рек Джуанарык и Кочкор. Минуя оз. Иссык-Куль и прорезав узким ущельем стык хребтов Киргизского и Кунгей Ала-Тоо, р. Чу выходит в одноименную долину. Здесь в нее впадает самый крупный приток Чон-Кемин и ряд более мелких рек — Кызылсу, Шамси, Кегеты,

Иссыката, Аламедин, Ала-Арча, Аксу с притоками Сокулук и Карабалты, Джарлы-Каинды, Аспара.

В пределах межгорной Таласской впадины формируется р. Талас с притоками Учкошой, Колба, Бешташ, Урмарал, Кумыштак, Карабура и р. Куркуреусу, которая относится к бассейну р. Асса.

Бассейн оз. Иссык-Куль — обособленный, бессточный. В озеро впадает более 100 рек, из которых наибольшие Джергалан, Тюп, Джуука, Барскаун, Чон-Кызылсу, Тон, Ак-Терек, Чон-Аксу.

К бассейну оз. Балхаш относится только одна река — Каркара, протекающия на востоке республики за перевалом Сан-Таш.

К бассейну р. Тарим относится юго-восточная часть территории Киргизии. Здесь среди горных поднятий образуются реки Сарыджас и Чон-Узенгигууш. По обширной высокогорной впадине течет р. Аксай с притоком Мюдюрюм. В бессточное оз. Чатыр-Кёль впадает 7 небольших притоков.

Чтобы рационально использовать водные ресурсы, надо знать режим водных объектов. Его изучением занимается республиканское Управление гидрометеорологической службы, в ведении которого находится сеть гидрометеорологических постов на основных реках Киргизии. Таких постов 135. Кроме того, на некоторых реках гидрологический режим изучают проектные институты и органы водного хозяйства. Водомерные наблюдатели систематически следят за ходом уровня, измеряют расходы воды и сток взвешенных наносов, температуру воды, наблюдают за ледовыми

образованиями, селевыми явлениями. Чем длиннее период или, как говорят, гидрологи — ряд наблюдений, тем надежнее различные режимные и расчетные характеристики, без которых невозможно проектирование и строительство сооружений и водозаборов.

На основании многолетних наблюдений были вычислены средние многолетние расходы воды — норма стока, выявлены продолжительность и объем половодья, условия питания рек, изучено влияние на режим рек физико-географических факторов и хозяйственной деятельности человека, многолетние колебания стока рек и причины, их вызывающие. Было установлено, например, что самым маловодным годом был 1917, а самым многоводным — 1969.

Реки Киргизии имеют 2 основные фазы гидрологического режима — межень в холодную часть года, когда реки живут преимущественно за счет подземных вод, и половодье в теплую часть года. В этот период реки получают питание за счет талых вод в горах и выпадения жидких осадков. Половодье в горах проходит не так, как на равнинных реках — оно растянуто во времени, потому что снеготаяние в горах происходит одновременно не на всей площади. Сначала стаивает снег с нижних ярусов гор, затем, по мере нарастания температур, в снеготаяние включаются средние и верхние зоны. Последними тают ледники. В связи с таким ходом снеготаяния в фазе половодья отмечается первый резкий подъем за счет таяния сезонных снегов, он обычно наблюдается на большинстве рек в апреле—июне, а затем — второй — в

июле—августе, когда тают высокогорные снега и ледники. Если реки берут свое начало со средневысоких и низких гор, где нет ледников, то половодье заканчивается раньше — в июне, а затем начинается спад, переходящий в межень.

Основным источником питания большинства рек Киргизии являются снегозапасы в горах. Их определением занимается специальная снегомерная служба. В 25 речных бассейнах с декабря по май ежемесячно проводятся наземные и аэродистанционные маршрутные снегосъемки. Вертолет с группой специалистов на борту, вооруженных фотоаппаратами, залетает в самые верховья рек, где установлены специальные снегомерные рейки, и по ним определяется высота снежного покрова. Определяют снегозапасы и количество выпавших осадков и высокогорные метеорологические станции. От сезонных снегозапасов в горах, скопившихся за зиму, зависит план вододеления и осуществления различных водохозяйственных мероприятий.

Небывалое количество осадков выпало зимой 1968—1969 гг. в горном обрамлении Ферганской долины и в бассейне р. Нарын. Высота снега на метеостанции «Чаарташ» (Ферганский хребет) превысила 3 м. В июне по Нарыну и Сырдарье прошли паводки, не наблюдавшиеся ни разу за 60 лет. Максимальные расходы воды на р. Нарын в створе Токтогульской ГЭС превысили 2500 м³/сек. Такое количество воды не смогли вместить и беспрепятственно пропустить водохранилища на Сырдарье, и часть воды была сброшена из Чардарынского водохранилища в пустыню,

где образовались озера, существующие и поныне. Только плотина Токтогульской ГЭС способна сдержать подобные снеговые паводки.

Ледниковое питание рек составляет не более 15—25% годового стока их при выходе из гор. Только у рек Сарыджас и Кызылсу эта величина больше, поскольку в бассейнах названных рек сосредоточены самые большие ледники. Мы уже отмечали огромную практическую значимость ледников в стоке рек. Они дают гарантированную прибавку к стоку в самую жаркую часть года, когда орошаемые поля особенно нуждаются в поливной воде.

Некоторую роль в питании рек Киргизии играют дожди, особенно в восточной части Иссык-Кульской котловины, где их величина в годовом стоке рек составляет 10—18%. Но на большей части территории Киргизии величина дождевого стока не превышает 1—2%. Происходит это по двум причинам: во-первых, не так уж часты дожди на территории Киргизии. Количество дней с дождем в среднегорных районах колеблется от 40 до 70, а в высокогорной зоне на высотах свыше 4000 м даже летом осадки идут в виде снега. Во-вторых, не всякий дождь идет на пополнение речного стока. Как правило, жидкие осадки малой интенсивности и продолжительности задерживаются растительностью и почвой и испаряются. Только существенные осадки — свыше 10 мм — в какой-то мере попадают в речную сеть.

Не имея большого значения в годовом стоке рек, дожди оказывают огромное влияние

на формирование максимальных расходов воды в реках, образование селевых потоков, вызывают затопление и заиление полей, затопление городских улиц, если последние не способны пропустить ливневый сток через арычную и канализационную сеть.

Максимальные расходы воды являются важной гидрологической характеристикой. От их правильного учета зависят прочность и долговечность гидротехнических сооружений, мостов и дорог, заиляемость водохранилищ и отстойников, безопасность различных приречных сооружений и т. д. Максимальные расходы образуются чаще всего в период половодья за счет выпадения осадков, интенсивного таяния снега, а иногда при совместном воздействии упомянутых факторов.

В киргизии есть районы, где суточное количество жидких осадков достигает 70—100 мм. К ним относятся предгорья Киргизского, Таласского, Ферганского и Кичик-Алайского хребтов, где наиболее часто проходят кратковременные бурные паводки на малых реках. Огромное значение в формировании максимальных расходов имеет интенсивность дождя. Например, в г. Рыбачье в июне 1956 г. за 40 минут выпало 48 мм осадков, что составляет почти половину годовой суммы осадков для этого засушливого места. В результате ливня по р. Калмак-Ашу и в самом городе прошел мощный паводок. Произошло наводнение. Вода шла по улицам, затопляя дворы. Подобное явление наблюдалось в 1972 г. в районе с. Ленинполь в Таласской долине, где за несколько часов выпало 104 мм осадков.

Особая, наиболее резкая форма проявле-

ния максимальных расходов — селевые потоки. Они отличаются большой насыщенностью твердым материалом и быстротечной формой проявления. Селевые потоки имеют пульсирующий, заторный характер движения селевой массы за счет крупных валунов, снесенных деревьев, которые застревают на поворотах русла и в узких местах и создают кратковременный затор. Скопившаяся масса прорывает препятствие и устремляется вниз с новой силой, пока не выйдет на равнину или расширенную часть долины, где меньше уклоны. Здесь основная селевая масса откладывается.

Особыми видами селевых потоков являются сели, вызванные прорывами высокогорных озер — ледниковых и плотинных (завальных). Ледниковые или, как называют их еще, гляциальные сели образуются за счет внезапного спуска внутриледниковых емкостей, озер на самом леднике или предледниковых (моренных) озер. Примером могут служить гляциальные сели, прошедшие по р. Туюк в бассейне р. Иссык-Ата 18 августа 1952 г. и по р. Адыгине в бассейне р. Ала-Арча 22 июня 1953 г. Адыгине молчит с тех пор. Зато по руслу ее соседки — р. Аксай — гляциальные сели проходят часто — они вырываются из аксайского ледникового грота. Ежегодно проходят гляциальные сели по р. Иныльчек за счет опорожнения оз. Мерцбахера, заключенного между ледниками Северный и Южный Иныльчек. По поверхности озера плавают айсберги. Есть они и на дне, закупоривая, словно пробками, выходные отверстия. Но вот вода в озере достигла значительного уровня

и айсберги (ведь лед легче воды) отрываются от дна и всплывают на поверхность. Придонные шлюзы открыты и вода устремляется под ложе ледника и во внутриледниковые полости, а затем в долину реки. Спуск воды из озера происходит в течение нескольких дней, в это время резко увеличиваются расходы воды на реках Инылчек и Сарыджас. Описанное явление наблюдается, как правило, ежегодно в конце августа или начале сентября.

Катастрофические размеры приобретают паводки от прорыва завальных озер. Такие случаи бывают очень редко, но запоминаются надолго. 18 июня 1966 г. прорвалось оз. Яшинкуль, залегающее в русле р. Тегермач. Озеро образовалось в результате обвала в в 1833 г. Прорыв озера привел к паводку на р. Исфайрамсай, максимальные расходы которого достигли 1500—2000 м³/сек, что в 10 раз превысило обычные максимальные расходы на этой реке.

Киргизгидрометслужбой за последние 10 лет обследованы все значительные высокогорные озера Киргизии, выявлена степень их прорывоопасности. Гидрологи изучают их режим, совершают патрульные обследования с вертолета. По рекомендации специалистов понижен уровень оз. Ак-Куль до безопасной отметки.

Селевые потоки и дождевые паводки наносят значительный ущерб народному хозяйству. Но ущерб может быть меньшим, если знать районы и повторяемость селевых потоков, причины их зарождения и особенности проявления, принимать меры защиты и профилактики. Человек все дальше проникает в

горы, осваивает новые территории, строит предприятия, прокладывает каналы и дороги, создает места отдыха. Без заключения гидрометслужбы на селеопасность не проектируется ни одно сооружение. Самое верное средство избежать губительного воздействия селевого паводка — не становиться на его пути, не строить сооружения в селеопасной зоне.

А как быть с тем, что не может быть вынесено из селеопасной зоны? Например, водозаборные узлы, каналы и мосты. Всем известен знаменитый селеулавливатель на р. Малая Алматинка, который защитил столицу Казахстана от катастрофического паводка. На территории Киргизии нет таких грандиозных сооружений, как гигантская плотина, построенная направленным взрывом. Каналы и водозаборы надежно защищают более скромные сооружения — селеотстойники. Это небольшие плотины на малых реках, готовые принять и задержать селевую массу, сгладить паводок, осадить взвешенные и влекомые наносы. Таковы, например, селеотстойники на реках Ала-Арча и Аламедин. Для защиты каналов строятся дамбы и т. д.

Очень важны и профилактические мероприятия. Опыт изучения селей в республике показал, что человек сам зачастую становится виновником их образования и вредного воздействия. Нельзя неумеренно выпасать скот на горных склонах, неправильно их распахивать, в селеопасных зонах рыть карьеры, вырубать лес и кустарник. Любое нарушение целостности растительного и почвенного покрова может привести к быстрому стоку талых

и дождевых вод, зарождению паводков и селевых потоков.

Очень важное значение в жизни рек имеет их подземное питание. Его величина зависит от емкости подземных водохранилищ — трещин, пустот, галечных отложений. Гидрологи называют его «основным грунтовым питанием», или «базисным стоком». Подземный сток — это сток тех же талых и дождевых вод, прошедших путь под землей. Он мало подвержен многолетним колебаниям — ведь скорости движения подземного потока очень малы.

Подземное питание большинства рек Киргизии составляет 35—40%. Оно является единственным в холодную часть года, когда нет дождей и снег не тает. Для косвенной характеристики подземного питания гидрологи ввели показатель — коэффициент подземного питания — отношение средних величин годичных минимальных расходов воды к среднему многолетнему расходу воды. Чем больше коэффициент — тем больше величина подземного питания. Для большинства рек Киргизии он составляет 0,20—0,40, а вот у р. Чу в районе с. Кочкорка он равен 0,54.

Кочкорская впадина выполнена толщей песчано-галечных и суглинистых отложений мощностью 150—200 м и представляет собой настоящее подземное водохранилище. Вода в него поступает с реками, по трещинам с окружающих склонов и с атмосферными осадками. Реки Джуанарык и особенно Суек и Восточный Каракол, текущие в Кочкорскую впадину, буквально погружаются под землю на окраине впадины. Зато в нижней части

впадины вода, встречая водоупор в виде коренных пород, близко подходит к поверхности и выклинивается в речную сеть — реки Кочкор и Чу. Аналогичное явление наблюдается у р. Атбаши — притока Нарына. Обширная Атбашинская впадина сложена рыхлыми отложениями а также закрыта с севера хребтами Кара-Тоо и Нарын-Тоо, стык которых река прорезает узким ущельем. Коэффициент подземного питания р. Атбаши — 0,67.

Реки с подобным гидрологическим режимом и типами долин удобны для энергетиков и гидротехников. На р. Атбаши построена плотина ГЭС, а на р. Чу у скал Орто-Токоя — одноименное водохранилище. Таким образом, на упомянутых реках имеется как бы по 2 водохранилища — одно подземное, естественное, а ниже — русловое, искусственное в пополнении которого немалую роль играют подземные воды.

Большая величина подземного питания у р. Шахимардан на юге Киргизии и особенно у ее притоков Шивали и Охна. Но причина здесь другая. В бассейне много известняков, которые обладают большой трещиноватостью и водопроницаемостью. Они-то и накапливают, как губка, талую и дождевую воду, постепенно отдавая ее в русло. По этой причине на р. Охне на отдельных участках нет поверхностного стока — он появляется только в устьевой части. Кстати, закарстованным известнякам обязан и известный водопад на р. Абширсай — излюбленное место туристов, который образуется в подземном гроте на склоне хребта Каузан.

Но самое большое подземное питание у

р. Красной в Чуйской долине. Коэффициент её подземного питания равен 0,88. Своим происхождением река обязана исключительно выклиниванию подземных вод. Расход воды в реке равен 23 м³/сек и остается почти постоянным в течение всего года, испытывая лишь незначительные колебания. Воды ее используются для подпитывания канала Западный БЧК. Зимой вода в Красной теплее, чем в Чу, и на ней никогда не образуется шуги и других ледовых явлений, что имеет большое значение для эксплуатации канала и построенной на нем Лебединовской ГЭС.

В водопроводе г. Фрунзе — отличная питьевая вода. Ее источником служит подземное водохранилище в межгорной Байтикской впадине, к югу от г. Фрунзе, где вместилищем воды служит 300-метровая толща валунно-галечных отложений. Отсюда по трубам через отстойники вода подается в город.

Важной гидрологической характеристикой является твердый сток. Под твердым стоком понимается сток взвешенных наносов — песка, ила и других мелких фракций, сток влекомых наносов — валунов и гальки и сток растворенных в воде солей — химический состав воды. На горных участках рек влекомые наносы составляют примерно половину твердого стока.

Сток наносов оказывает существенное влияние на гидротехнические сооружения. От его величины зависит скорость заиляемости водохранилищ, селехранилищ и отстойников, пропускная способность каналов, режим работы турбин и т. д. Излишне мутная вода образует почвенную корку на орошаемых полях.

В целом реки Киргизии характеризуются относительно малой мутностью по сравнению с такими реками Средней Азии, как Вахш, Амударья, Сумбар и Атрек и др., причем имеется тенденция увеличения мутности с севера на юг. Например, среднегодовая мутность р. Талас в среднем ее течении и большинства притоков этой реки не превышает 100 г/м³. На реках Чуйской долины и большинстве рек оз. Иссык-Куль среднегодовая мутность равна 100—250 г/м³, в Ферганской долине (в пределах Киргизии) большинство рек имеет мутность уже 500—1000 г/м³, а мутность р. Кызылсу, протекающей в Алайской долине, превышает 1000 г/м³.

В межень у подавляющего большинства рек мутность невелика, зато во время прохождения дождевых паводков и особенно селевых потоков мутность возрастает в сотни и тысячи раз. Изменяется мутность и по длине рек. Например, мутность р. Чу у с. Кочкорка составляет 167 г/м³, а у с. Милянфан в Чуйской долине — 1300 г/м³. Увеличивается мутность и по длине р. Нарын и других крупных рек.

Знание химического состава воды необходимо при водопользовании, рыбоводстве, строительстве гидротехнических сооружений, гидромелиорации и т. д. Например, общая соленость учитывается при потреблении воды на бытовые и технические нужды, ирригацию. Жесткость имеет большое значение при эксплуатации водогрейных котлов. Агрессивность т. е. содержание в ней углекислоты, влияет на бетонные сооружения. Растворенный кислород оказывает влияние на жизнедеятельность

живых организмов, естественную самоочищающую способность водоема.

Воды большинства рек Киргизии относятся к гидрокарбонатно-кальциевому классу, слабоминерализованы, со слабой и умеренной жесткостью, богаты растворенным кислородом и отвечают большинству требований бытового и промышленного водопотребления. Однако многие реки Киргизии, особенно в районах с развитой промышленностью и сельским хозяйством, загрязняются сточными водами и нефтепродуктами. Предприятия, строившиеся в трудные военные и послевоенные годы, не имели очистных сооружений, а стоят они очень дорого. Сейчас планомерно ведется реконструкция старых предприятий, а новые строятся только с очистными сооружениями. На многих из них вводится замкнутый цикл водооборота, когда вода, участвующая в технологическом процессе, после очистки снова используется и не попадает в водоем.

В Киргизии много озер, но среди них исключительное место занимает Иссык-Куль — уникальный водоем нашей страны. Он не замерзает зимой — не случайно его называют «горячим» озером. Но есть и иное толкование — «святое», «священное» озеро. Так считают известные географы Э. М. Мурзаев и С. У. Умурзаков. Действительно, озеро необычное. Оно поражает чудесной синевой и прозрачностью воды, своими огромными размерами, красотой снеговых исполинов, окружающих котловину.

Вода в озере солоноватая — в 1 л растворено около 6 мг солей — поэтому непригодная для питья, промышленного и коммунального

водопотребления и орошения. Правда, предлагались проекты добавлять озерную воду в р. Чу. Но неизвестно, как это отразится на состоянии орошаемых земель Чуйской долины. К тому же озеро само нуждается в пополнении. Иссык-Куль — бессточный водоем. В него впадает свыше 100 рек и речек, но не вытекает ни одной. Вода, поступающая с реками и атмосферными осадками на поверхность, расходуется только путем испарения. Поэтому влагооборот в озере протекает крайне замедленно. Ежегодно возобновляется всего 0,002 от всей массы воды, заключенной в водоеме, причем озеро принимает меньше, чем испаряет. Поэтому уровень озера понижается в среднем на 4—5 см в год. В чем же причина?

Как и все бессточные озера мира, Иссык-Куль испытывает циклические колебания уровня. По береговым террасам и затопленным участкам дна удалось установить, что в исторический период размах колебаний уровня достигал 15—20 м. Колебания уровня озера вызываются вековыми изменениями климата. Стало чуть больше ясных дней и меньше осадков в бассейне — и уровень начал падать. Проследить за короткий период — 50 лет — за изменением гидрометеорологических условий невозможно — ведь период спада или подъема уровня озера длится сотни лет.

У водоемов с плоскими берегами при понижении уровня резко сокращается площадь его зеркала. Следовательно, уменьшаются потери на испарение и быстро наступает равновесное состояние, когда приход воды в озеро равен его расходу на испарение. У Иссык-

Куля с его крутыми берегами замедленная реакция. Для достижения равновесного состояния нужны столетия, поэтому спад уровня продлится по-видимому еще много лет. На фоне длительного векового спада уровня наблюдаются кратковременные замедления и даже незначительные подъемы через каждые 8—11 лет. Заметим, кстати, что они совпадают с такими же подъемами и спадами бессточного африканского оз. Чад и связаны, по-видимому, с циклами солнечной активности.

Но не только под воздействием естественных причин снижается уровень озера. Сказывается и все возрастающий водозабор из рек и подземных горизонтов, питающих озеро, на орошение и коммунальные нужды.

Умеренный климат, близкий к «морскому», жгучее солнце, благодатный воздух, лечебные грязи и замечательная вода принесли славу Иссык-Кулю, и он стал всесоюзной здравницей. Вот почему нам не безразлично, как ведет себя уровень озера. Падение уровня — это ликвидация или ухудшение детских мелководных пляжей, угроза причалам и портам, рыбным нерестилищам, залежам лечебной грязи, прибрежной растительности и т. д.

Даже если предположить, что полностью прекратится водозабор из рек на орошение и хозяйственные нужды, то это только замедлило бы естественный процесс снижения. Но жизнь не остановишь. Воду придется забирать у озера, потому что без воды нет урожая.

Уже сейчас на нужды населения, промышленности и сельского хозяйства забирается

более 100 тыс. м³ воды ежегодно, и водозабор будет расти.

Ирригаторами планируются меры по более эффективному использованию водных ресурсов, строительству водохранилищ, повышению коэффициента полезного действия оросительных систем, внедрению наиболее экономичных методов полива. Но этих мер недостаточно. Остановить падение уровня озера может только переброска части воды из соседних бассейнов. Институтом «Киргизгипроводхоз» разработаны такие проекты. По одному из них вода по водоподводящему каналу длиной около 19 км будет подаваться из р. Каркара в р. Тюп, а по ней в озеро. Одновременно намечается переброска воды из верховий Б. Нарына (р. Арабельсу) через перевал Джуука в р. Джуука, на которой предполагается построить каскад ГЭС.

Однако в связи с развитием орошения в перспективе и этой воды может оказаться недостаточно, тогда на пополнение воды озера потребуется дополнительное привлечение воды из р. М. Нарын, а в дальней перспективе — из р. Сарыджаз.

Иссык-Куль славен своей знаменитой форелью и османом. На озере развито судоходство, но главная ценность озера — в его бальнеологических свойствах. В связи с этим выдвигается на первый план важная проблема — охрана окружающей среды и, в частности, самого озера от загрязнения. Водоем обладает большой способностью к естественному самоочищению благодаря огромной массе воды, хорошему её перемешиванию и насыщению кислородом. Однако пока никому не из-

вестно, где находится предел самоочищающей способности озера. Иссык-Куль — как замкнутый водоем оно не имеет поверхностного стока, и все загрязняющие вещества остаются в нем. Очень медленно из озера выводятся нефтепродукты. Легкие фракции испаряются, а остальная масса сбивается в пену, хлопья постепенно оседают на дно или выносятся на берег прибоем. Вредное воздействие на животный мир оказывают моющие вещества — детергенты, органические загрязнители, ядохимикаты.

Загрязнители попадают в озеро различными путями — приносятся реками, сточными водами, атмосферными осадками и ветром, в пунктах загрузки и заправки топливом судов и самими судами. Не так давно многочисленные животноводческие фермы, расположенные по берегам рек, загрязняли озеро своими отходами. Загрязняет озеро в какой-то мере и многотысячная «армия» отдыхающих. Еще в 1975 г. органами гидрометслужбы было установлено, что поверхность озера в некоторых местах покрыта тончайшей нефтяной пленкой. Анализ гидрохимиков был неумолим: содержание нефтепродуктов превышало предельно допустимые концентрации. Были приняты срочные меры, многие источники загрязнения ликвидированы, усилен контроль за эксплуатацией плавсредств, и уровень загрязнения значительно снизился.

Учитывая большое значение оз. Иссык-Куль как всесоюзной здравницы и его беззащитность, объединением «Союзводпроект» с участием ученых и специалистов различных ведомств разрабатываются «Правила охраны

озера Иссык-Куль», которыми предусмотрено гармоническое сочетание развития экономического района и сохранения уникального природного комплекса — оз. Иссык-Куль и его бассейна.

Другие озера Киргизии значительно уступают по размерам оз. Иссык-Куль. Среди них — наибольшие Сон-Кёль и Чатыр-Кёль, занимающие высокогорные тектонические впадины. Сон-Кёль — проточное озеро. Из него вытекает р. Кок-Джерты. В озере накапливается до 2,8 км³ воды. Зимой уровень понижается на 20—30 см, а поверхность озера покрывается толстым слоем льда. Побережье используется под летние выпаса. Озеро является объектом изучения с целью возможности использования его водных ресурсов. В озере прижилась пелядь. Ведутся опыты по орошению пастбищ, они уже дали хорошие результаты. Гидрометеорологи изучают режим озера. Его воду нецелесообразно использовать в качестве дополнительного источника орошения путем сброса воды, хотя такие проекты имеются. Но уже сейчас озеро может служить хорошим аналогом для создания крупных высокогорных водохранилищ в других бассейнах.

Большой интерес представляют завальные (плотинные) озера, образованные в результате горных обвалов или тектонических подвижек горных пород. Среди них самое крупное — Сары-Челек, в бассейне р. Карасу-правая. Берега озера очень крутые, скалистые, поросли хвойным и лиственным лесом. Озеро глубокое. Его наибольшая глубина достигает 244 м, а воды в нем накопилось 0,456 км³—

столько же, сколько в Ортотокойском водохранилище при его заполнении. Это самое красивое озеро Средней Азии и в этом смысле вполне может соперничать с известным кавказским оз. Рица и озерами Швейцарии. Озеро и его окрестности объявлены государственным заповедником.

К завальным озерам также относятся озера Карасу и Капкаташ в долине р. Карасу-левая, Кулун, Курбанкуль, Айкуль, Кёль-Укок, Бешташ и др. Очень красивы небольшие озера Сютту-Булак и Кёлькогур в Кунгей Ала-Тоо, образовавшиеся в результате землетрясения. Большинство завальных озер являются естественными водохранилищами, регуляторами стока рек, протекающих через них, объектами рыборазведения и прекрасным местом отдыха и туризма.

ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОД КИРГИЗИИ

Киргизия высокогорная страна, расположенная в субтропических широтах — на широте Испании, Италии и Югославии, но вдали от океанов и морей, поэтому лето в долинных районах жаркое и сухое, а зима холодная. На климат республики, кроме того, оказывает огромное влияние рельеф местности и прежде всего — высота. С высотой увеличивается количество выпадающих атмосферных осадков и уменьшается температура воздуха. Например, самая высокая температура воздуха была зарегистрирована 10 июля 1944 г. на севере Чуйской долины, где сказывается

горячее дыхание пустыни Бет-Пак-Дала. Она достигла в этот день + 43,6°. А в январе 1954 г. в высокогорной Аксайской долине была отмечена температура — 53,6°. Это крайние величины. Для земледелия, естественно, важны температуры за вегетационный период.

Так, в самых теплых местах Ошской области сумма средних суточных температур воздуха выше 10° — важнейший показатель для выращивания того или иного вида культур — составляет 4475°. В Чуйской долине эта величина составляет 3600°, в Нарыне — 2125, а в Аксае вообще отсутствует. Для сравнения укажем и среднемесячные температуры самого теплого месяца — июля: в Джалал-Абаде — 26,3°, Фрунзе — 24,1°, Нарыне — 17,0° и Аксае — 8,2°. Поэтому земледелие в Киргизии возможно на ограниченной территории, до высот 2000—2500 м, и то в местах, удобных по условиям рельефа, и при условии искусственного орошения на большей части земледельческих угодий. Зато горная часть богата гидроэнергоресурсами и пастбищными угодьями. Этим определяется характер использования водных ресурсов республики.

Основным потребителем воды рек Киргизии является сельское хозяйство и, как уже отмечалось выше, главным образом за её пределами. В настояще время в Киргизии имеется 1280 тыс. га пашни, из которой орошаемой — около миллиона. Это составляет всего 5% всей территории, но в перспективе орошаемая площадь может быть увеличена в 1,5—2,0 раза. Несмотря на малую площадь, используемую под посевы, в республике выращиваются высокие урожаи зерновых, са-

харной свеклы, табака, хлопка, картофеля, овощей, фруктов, винограда. Большие возможности получения хороших укосов сена скрыты на высокогорных пастбищах, где урожайность трав зависит от естественного увлажнения атмосферными осадками. Опыты ученых показали — на орошаемых пастбищах можно получить с гектара 30—40 ц сена. Следовательно, в перспективе орошаемые площади в Киргизии можно увеличить в 5 раз. Для этого нужны время, средства и... вода. В настоящее время в Киргизии на орошение используется около 7 км³ воды. С развитием орошаемого земледелия и поливом пастбищ потребность в воде значительно увеличится. Увеличится потребность в воде и у наших соседей. Где же кроются дополнительные водные ресурсы?

Прежде всего в рациональном использовании имеющейся воды, регулировании водных ресурсов. Ирригаторы стремятся уменьшить потери воды на испарение и фильтрацию в водохранилищах, каналах и на орошаемых полях путем бетонирования стенок и дна искусственных водоемов, укладки на дно водохранилищ полиэтиленовых пленок, внедрения совершенных методов полива с применением шлангов, дождевальных машин, внедрения средств автоматики и телемеханики по регулированию подачи на поля поливной воды и т. д.

С октября по май 400—500 млн. м³ воды накапливает Орто-Токойское водохранилище, отдавая воду в летний перид для орошения земель Чуйской долины с помощью многочисленных каналов и разветвленной ороси-

тельной сети. Главный искусственный водоток долины — Западная ветка Большого Чуйского канала, который берет свое начало у водоподъемной плотины в 12 км ниже г. Токмака. В канал впадает р. Красная, увеличивая расход воды в нем до 40 м³/сек. На канале и его ответвлении — Сбросном тракте — работает каскад гидроэлектростанций. Выше Токмака из р. Чу берет начало Восточный БЧК, который заканчивается в г. Фрунзе, впадая в р. Ала-Арчу. У Чумышских скал р. Чу перегораживает Чумышская плотина — первенец гидротехники в Чуйской долине. Здесь осуществляется межреспубликанское вододеление. Левобережный — Атбашинский канал — орошает земли Киргизии, а правобережный — Георгиевский — Казахстана. В перспективе намечается строительство Южного БЧК, который окольцует и соберет воды притоков р. Чу и пройдет вдоль предгорий. От алаарчинского вододелителя-отстойника берет начало бетонированный канал Туш с расходом воды до 12 м³/сек.

Главное гидротехническое сооружение Таласской долины — Кировское водохранилище с полезным объемом воды до 550 млн. м³. Водохранилище удерживается водоподъемной плотиной высотой 85 м на р. Талас при прорыве ею ущелья в хребте Ичкеле-Тоо. Водохранилище рассчитано на орошение земель Киргизии и Казахстана. Воду из р. Талас забирает также Большой Таласский канал. Начинаясь у с. Орловка, он подает воду на расстояние свыше 70 км. В перспективе в Таласской долине может быть построено еще одно крупное вдохранилище — Чатбазарское.

Среди холмов и понижений рельефа на юге Киргизии накапливают воду для полива Найманское и Тортгульское водохранилища. У последнего впервые в мировой практике дно было выстлано полиэтиленовой пленкой. Названные водохранилища не русловые, как Кировское и Ортотокойское, а наливные. Вода для их наполнения подводится по каналам за десятки километров. Строятся крупные водохранилища — Андижанское на р. Карадарья и Папанское на р. Акбура. В перспективе будут построены водохранилища на реках Кугарт, Араван и др. На реках юга Киргизии издавна действуют разветвленные оросительные системы. Например, из р. Акбура выведено более 10 крупных каналов, такие как Увам, Яккалик, Каирма, Джумапаян и др. Куршаб дает воду системам каналов Оттуз-Адыр и Кочкор-Ата. Из р. Карадарья выведен крупный канал межреспубликанского вододеления Савой и т. д.

В 10—12 пятилетках большие средства — несколько миллиардов рублей — будут затрачены на ирригационное строительство, переустройство существующих оросительных систем, мелиорацию земель, обводнение пастбищ, борьбу с селевыми потоками. Немалые средства в перспективе предусматриваются на межсистемные и межбассейновые переброски воды. Это один из путей повышения водообеспеченности оросительных систем.

Воду сибирских рек, когда она придет в Среднюю Азию, нецелесообразно по условиям рельефа направлять в Киргизию. Её выгоднее использовать на равнинных территориях Среднеазиатского региона. Но это поз-

волит полнее использовать местные водные ресурсы в самой Киргизии, не оглядываясь на соседей, осуществить ряд интересных проектов по переброске воды из высокогорных долин по туннелям в орошаемые районы. Например, проектируется перебросить часть воды из Сусамырской долины в Чуйскую, из Алайской — в Ферганскую. Вода Малого Нарына пойдет в Иссык-Кульскую котловину и Чуйскую долину.

Как уже отмечалось, Киргизия обладает огромными потенциальными гидроэнергоресурсами, которые используются пока еще лишь в незначительной мере. Энергия заключена в больших уклонах речных русел. Благоприятны для строительства водоподъемных плотин и орографические особенности территории. Многие реки на своем пути в предгорные равнины прорезают поперечные хребты. В этих местах прорыва образуются узкие ущелья, где удобнее всего строить высоконапорные плотины.

Основные гидроэнергоресурсы сосредоточены в р. Нарын и её притоках. При необходимости на них может быть построено свыше 20-ти гидроэлектростанций. Три ГЭС Нарынского каскада уже построены и работают. Самая крупная гидроэлектростанция Киргизии — Токтогульская. Высота ее водоподъемной плотины 234 м, проектная мощность 1200 квт. ч. электроэнергии. Максимально-возможный объем воды в водохранилище — 19,5 км^3, длина водохранилища — 60—70 км, Это второй по величине после Иссык-Куля водоем Киргизии. Завершение строительства плотины совпало с затяжным маловодьем на реках

Средней Азии. Поэтому ГЭС заработает на полную мощность, когда в водохранилище накопится достаточно воды, а пока она расходуется главным образом для нужд ирригации.

При выходе р. Нарын в Ферганскую долину работает Учкурганская ГЭС № 1 — первенец каскада. Её мощность 180 тыс. квт. ч. Мощность Атбашинской ГЭС 40 тыс. квт. ч., высота плотины 100 м. Строится Курпсайская ГЭС на р. Нарын.

Нет в природе двух одинаковых рек. И нет совершенно одинаковых гидротехнических сооружений — каждое из них неповторимо. Но совершенно уникальной будет плотина Камбаратинской ГЭС — из каменной наброски. Она перекроет бурный Нарын в секунды. По смелому проекту инженеров плотину создаст направленный взрыв. Но чтобы правильно рассчитать — здесь ошибки не должно быть — нужны годы кропотливых изысканий, расчетов и экспериментов. На возможность осуществления проекта специалистов натолкнули аналогичные плотины, созданные самой природой. Таковы завальные озера Карасу на р. Карасу-левая, Кулун в бассейне р. Тар и др. Все они, как и самый большой хранитель пресной воды в Средней Азии — Сарезское озеро на Памире, образовались в результате горных обвалов, перегородивших речные долины.

В связи с ростом промышленного производства и городов увеличивается и промышленно-коммунальное водопотребление. На эти нужды используются, главным образом подземные воды.

Вода занимает все большее место в жизни

человека. Из неограниченного бесплатного дара природы, которым вода считалась во многих странах до недавнего времени, она превратилась в важнейший фактор экономического развития, ценнейшее сырье, без которого невозможно ни одно из современных производств. С ростом населения, развитием производства увеличивается потребность в воде, причем не всякой воде, а пресной и чистой.

Уже сейчас потребление воды в народном хозяйстве нашей страны составляет 260 км^3 в год, а на уровне 2000 г. общее водопотребление превысит 600 км^3. Трудные проблемы придется решать нашим потомкам. Футурологи подсчитали — через 100 лет население нашей планеты достигнет 20 млрд. человек, следовательно, во много раз возрастет водопотребление. Уже сейчас многие страны и отдельные районы нашей страны испытывают водный голод. С ростом производства и внедрением новых технологических процессов ухудшается качество воды в результате загрязнения водных источников. Проблема воды на земном шаре является одной из важнейших проблем человечества. Она может быть решена путем рационального использования существующих водных ресурсов, поисков путей к пополнению этих ресурсов и охране их от загрязнения.

СОДЕРЖАНИЕ

Распределение воды на земном шаре . . . 3
Использование рек 15
Воды Киргизии 24
Хозяйственное использование вод Киргизии 48

Григорьев Александр Александрович

ВОДА И ЖИЗНЬ

Редактор Кондратьева И. С.
Художник Бигдай А.
Худож. ред. Гагин Г. М.
Техн. ред. Бурганакова К.
Корректор Калыгулова Б.

ИБ № 369

720737, ГСП, Фрунзе, 1, Советская, 170, издательство «Кыргызстан».

Сдано в набор 13/VII 1977 г. Подписано к печати 7/XII 1977 г. Д—02777. Бумага типографская № 3, формат 70×90 1/32, 1,75 физич. печ. л., 2,05 услови. печ. л., 2,0 учет.-изд. л. Тираж 2000. Заказ № 2392. Цена 5 к.

Чуйское производственное объединение «Полиграфист» Государственного комитета Совета Министров Кирг. ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 720616, ГСП, г. Фрунзе, ул. Карагандинская, 72.

5 к.