

С. М. МУСАЕЛЯН

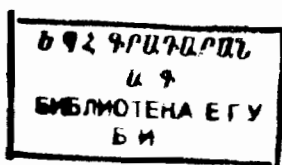
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ АРМЯНСКОЙ ССР

(использование, охрана, экономика)

65.9(2Ap)45
М 916

333.9(47.925)
М. 916

Рецензент: доктор географических наук, профессор **Владимиров А. М.**
Редактор: доктор географических наук, профессор **Габриелян Г. К.**



Мусаелян С. М.

М 916 Водные ресурсы Армянской ССР (использование, охрана экономика)/Ред. Габриелян Г. К./; Ереван. гос. ун-т.—Ер. Изд-во Ереван. ун-та, 1989.—208 с.

В работе рассматриваются актуальные вопросы охраны и рационального использования водных ресурсов Армянской ССР, составления перспективных водохозяйственных балансов и решения водохозяйственных проблем. Особое внимание уделено уточнению водных ресурсов республики, проблеме озера Севан и возможностям ее решения, социально-экономическим проблемам водопользования.

Монография рассчитана на гидрологов, географов, геологов, экономистов, специалистов в области изучения, использования и охраны водных ресурсов, а также студентов родственных специальностей.

М 3302020000

42—88

ББК 65.9(2Ap)45

704(02)—89

3000 681949

ВВЕДЕНИЕ

Вода занимает особое положение среди природных богатств Земли—она незаменима. Только водой можно удовлетворить физиологическую потребность живого организма в воде. Деятельность человеческого общества немыслима без воды. Использование воды, в зависимости от целевой направленности, подразделяют обычно на водопользование и водопотребление.

При **водопользовании** вода, оставаясь в водоемах или в водоисточниках, используется как среда или механический источник энергии. Основными водопользователями являются гидроэнергетика, транспорт, рыбное хозяйство, водный транспорт.

Водопотребление связано с забором воды из водоемов и водотоков. Водопотребителями являются сельское хозяйство, коммунально-бытовые учреждения, промышленность.

Самый крупный водопотребитель в нашей стране—сельское хозяйство, в основном орошаемое земледелие, на долю которого приходится 60% общего водозабора и более 80% безвозвратного водопотребления; на втором месте стоит промышленность (около 30%), на третьем—коммунальное хозяйство городов.

Таким образом, распределение и использование воды связано с деятельностью всех отраслей народного хозяйства. Эта связь все более расширяется, а водное хозяйство становится неотъемлемой частью социально-экономической инфраструктуры страны.

Вот почему вопросы рационального использования и охраны вод не только привлекают пристальное внимание ученых, инженеров, общественных деятелей и организаций, но стали предметом обсуждения правительств всех промышленно развитых стран. Эти вопросы приобрели в настоящее время огромное значение и стали одной из острейших проблем современности.

В нашей стране проявляют большую заботу о водных богатствах. Приняты постановления, которыми определены меры по предотвращению загрязнения бассейнов рек Черного, Каспийского, Балтийского и Азовского морей, озер Байкал, Севан, Иссык-Куль, других крупных водоемов.

К 1985 г. на одну треть сократился сброс загрязненных сточных вод, что позволило улучшить состояние таких рек как

Волга, Москва, Днепр, Кама, Дон и других. Широкое внедрение в народном хозяйстве систем оборотного и повторного водоснабжения позволило обеспечить годовую экономию забора свежей воды в объеме около 240 км³, что почти равно среднегодовому стоку реки Волги*. В одиннадцатой пятилетке введены в действие сооружения для очистки сточных вод общей мощностью 34,2 млн. м³ в сутки, системы оборотного водоснабжения 149,5 млн. м³ в сутки. На охрану и рациональное использование водных ресурсов затрачено более 8 млрд. рублей (более 73% всех затрат на охрану природы и рациональное использование природных ресурсов), в 1986 г.—1711 млн. рублей (более 70%)**.

Однако, наряду с этим, еще имеет место значительное загрязнение вод нашей страны. Особенно повинны в сильном загрязнении поверхностных вод целлюлозно-бумажная, химическая, нефтеперерабатывающая, текстильная, металлургическая, горнорудная отрасли, а также тепловые установки и сельское хозяйство. Основными загрязнителями в настоящее время являются: нефть, фенолы, пестициды, сложные химические соединения, цветные металлы и т. д.

Охрана водных ресурсов выросла в систему комплекса мер, в который входит мониторинг—слежение за состоянием водных ресурсов, степенью загрязнения вод, экономических последствий загрязнения вод и, наконец, некоторая система запретных и ограничительных мероприятий по охране водных ресурсов, которая, главным образом, должна осуществляться в процессе их рационального использования. Это положение относится к охране всех компонентов природы, но в большей мере—водных ресурсов.

Будущее водных ресурсов требует, чтобы основное направление по их охране заключалось не только в борьбе с последствиями загрязнений, но и в постоянном применении более рационального и более эффективного принципа—борьбы с причинами этого неблагоприятного процесса, т. е. решение проблемы охраны должно осуществляться в плоскости профилактики.

Водность рек в период межени может быть повышена регулированием стока водохранилищами. Но водохранилища—хорошая мера для регулирования количества воды. Проблему же качества воды водохранилища не решают, т. к. они способствуют ухудшению условий самоочищения сточных вод и при слабой проточности обладают тенденцией к евтрофированию.

В СССР регулирующая емкость водохранилищ способна увеличить меженный сток более чем на 25%, а в Армянской ССР—приблизительно на 30%. Это несомненно большой вклад в расши-

* Газета «Правда», 2 июля 1985 г.

** Народное хозяйство СССР в цифрах. М., «Статистика», 1987, стр. 245.

ренное воспроизводство водных ресурсов, хотя в ряде случаев с ущербом для их качества.

Для удовлетворения потребностей в воде гораздо более благоприятны подземные водохранилища. Сейчас на земном шаре уже создано несколько сотен подземных водохранилищ, в том числе, несколько десятков—в СССР. Подземные водохранилища создаются для того, чтобы, во-первых, уменьшить размеры речных паводков, во-вторых, предотвратить испарение воды и сохранить ее в недрах земли и, в-третьих, что самое главное, очистить воду от всяких загрязнений и предотвратить ее загрязнение. Закачивание воды в пласты позволяет использовать для водоснабжения даже отработанные и сильно загрязненные воды. Можно предполагать, что в ближайшие десятилетия, очевидно, уже в начале XXI века, водоснабжение всех видов, особенно для потребностей густонаселенных экономически развитых районов, будет осуществляться из подземных водохранилищ.

Природа Армении в силу своих специфических особенностей (большая изрезанность рельефа, сухость климата и др.) весьма чувствительна и ранима. Поэтому несмотря на сравнительно небольшую нашу территорию, вопросы охраны природы здесь крайне остры и требуют научного решения.

Армянская ССР относится к районам СССР с весьма ограниченными водными ресурсами. Распределение этих ресурсов крайне неравномерно. Поэтому растущая потребность в свежей воде может быть удовлетворена лишь при рациональном, комплексном использовании и охране от загрязнения водных ресурсов.

По мере увеличения объема использования воды началось и сильное загрязнение водотоков республики. Так, если объем сточных и возвратных вод по республике в 1975 г. составил 510 млн. м³, то в 1985 г. он достиг 1125 млн. м³, а к 2005 г. дойдет до 1915 млн. м³.

В связи с маловодностью рек республики разбавление сточных вод чистой речной водой незначительна. Особенно велика опасность сверхнормативного загрязнения вод в периоды летней и зимней межени, когда водность рек минимальная и степень разбавления сточных вод речной водой незначительна.

Все это наводит на мысль, что в республике плохо обстоит дело мониторинга водного бассейна—от научного изучения до разработок экономически обоснованных мероприятий по защите его от загрязнения.

Рациональное использование водных ресурсов и сохранение их высокого качества в реках и водоемах—весьма сложное, трудоемкое и дорогостоящее дело. В СССР насчитывается около 3 млн. рек (включая малые реки длиной менее 10 км) общей длиной более 9,6 млн. км, 250 тыс. озер и водохранилищ с зеркалом воды

более 1 млн. км², а береговая линия морей превышает 50 тыс. км.

В связи с ухудшением качественного состояния водоемов возникла необходимость больших затрат на подготовку воды для водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий. Колоссальный общественный труд, затрачиваемый на эти цели, давно превратил очищенную воду в дорогостоящий товар. Объем промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод непрерывно растет и к 1985 г. достиг 132 млрд. м³ [28, с. 89]. Чтобы повторно использовать эти сточные воды при современном уровне очистки, их нужно разбавлять 8—10 кратным количеством чистой воды. Это значит, что для очистки загрязненной воды потребуется астрономическое количество чистых вод—более триллиона м³ в год.

Современный подход к созданию промышленных предприятий должен базироваться на комплексной переработке сырья, при которой соблюдается требование безотходности, т. е. практически полное использование всех компонентов, содержащихся как в исходном сырье, так и в промежуточных продуктах.

Важнейшей частью охраны и рационального использования природных ресурсов является разработка методических положений по экономической оценке предлагаемых природоохранных мероприятий. Однако сегодня еще не выработан комплексный методический подход к экономической оценке таких мероприятий как по их составу, так и по их воздействию. Между тем возрастающая из года в год степень загрязнения окружающей природной среды приводит к большим экономическим ущербам, что выражается в заболеваемости населения, ускорении износа основных фондов и личного имущества граждан, снижении продуктивности земельных, водных и лесных ресурсов. Наличие такого ущерба доказано многочисленными зарубежными и отечественными исследованиями. Так, например, годовой экономический ущерб только от загрязнения воздуха в США в 1977 г. оценивался примерно в 25 млрд. долларов [73, с. 59], а общая сумма средств, которые были необходимы для очистки вод США еще в 1965 г., оценивалась в 40 млрд. долларов [92, с. 9].

Все это требует выделения больших средств, оцениваемых в Японии примерно 2,5% валового национального продукта страны в среднем за период 1971—1975 гг., 1,8% в ФРГ за тот же период и 2,2% в США за период 1970—1980 гг. [91, с. 164].

Резервы роста вложений средств в охрану среды есть и у нас. Только за десятую пятилетку планом было предусмотрено выделение капитальных вложений на осуществление природоохранных мероприятий 11 млрд. рублей—примерно столько же, сколько для развития всей легкой промышленности страны. Из этих

средств было освоено 9,3 млрд. рублей, т. е. выполнение плана составило 85%. Такое же положение имело место и в XI пятилетке.

В промышленности стоимость основных фондов экологического назначения превысила 3% общей стоимости фондов, а годовые расходы по эксплуатации приближаются к 3 млрд. рублей.

За одиннадцатую пятилетку общие капитальные вложения на охрану природы и рациональное природопользование в Армянской ССР составили около 130 млн. рублей.

В нашей стране проводится большая работа по уменьшению загрязнения окружающей среды. Вместе с тем имеется еще ряд нерешенных проблем охраны природы. В частности, до настоящего времени нет апробированной общегосударственной системы экономической оценки последствий экологических нарушений. Мы еще не имеем такой системы нормативов качества окружающей среды, которая была бы адекватна методологии народнохозяйственного планирования (в большинстве других сфер планирования—производственной и особенно непроизводственной—существуют две системы нормативов: минимально допустимое удовлетворение потребностей в сегодняшних условиях, и норматив, предполагающий долгосрочное развитие).

Действующий в настоящее время порядок планирования, ценообразования, финансирования и экономического стимулирования, а также система управления не всегда способствует разработке и внедрению малоотходных и безотходных технологий и решению актуальных задач по рациональному природопользованию. Медленно ведутся исследования по экономической оценке природных ресурсов, разработке экономических рычагов, которые повышали бы хозрасчетную заинтересованность предприятий в осуществлении природоохранных мероприятий. Необходимо экономически побудить предприятия не просто осуществлять природоохранные мероприятия, а именно рационально и целенаправленно использовать отпущенные средства.

Можно без преувеличения сказать, что уже в настоящее время проблема сохранения и восстановления водных ресурсов стала важнейшей проблемой, от успешного решения которой в значительной степени зависит дальнейший прогресс всего народного хозяйства. Именно наличие ресурсов чистой пресной воды будет определять развитие производительных сил в ряде районов страны, и в том числе в Армянской ССР. Так, если потребление воды всех отраслей народного хозяйства СССР составило в 1985 г. 393 км³ или около 8,5% ресурсов речного стока, то к этому же сроку в Армянской ССР использовано около 4 км³, т. е. более 60% ресурсов речного стока. В обозримой перспективе потребность в воде, а также сброс сточных вод неизмеримо возрастут, что, ес-

тественно, влечет за собой и увеличение капитальных вложений в водохозяйственные и водоохранные мероприятия. Поэтому, учитывая столь высокие затраты в водохозяйственное строительство, одной из важнейших задач следует признать всемерное повышение экономической эффективности капитальных вложений.

В настоящей работе освещаются важные аспекты долгосрочной социально-экономической политики в отношении рационального использования и охраны водных ресурсов в широком масштабе. Центральное место отведено уточнению водных ресурсов Армянской ССР, их использованию и охране в современных условиях и в обозримой перспективе, совершенствованию экономических рычагов и стимулов по рациональному водопользованию и водоотведению, методов и критериев, определению экономической эффективности водоохранных мероприятий, управлению хозяйственным комплексом и др. Даются краткая характеристика основных водохозяйственных проблем и предложения по их решению в специфических и маловодных условиях республики. Особо рассматривается проблема озера Севан.

Можно надеяться, что работа принесет пользу специалистам, работающим в различных отраслях народного хозяйства, при решении конкретных вопросов проблемы рационального использования и охраны водных ресурсов, а также привлечет внимание общественности к вопросам бережного отношения к природным ресурсам, в том числе и к водным.

Автор отдает себе отчет в том, что многие положения и вопросы (особенно социально-экономические), изложенные в отдельных главах, еще недостаточно разработаны.

При подготовке отдельных глав автор широко пользовался материалами Отдела охраны природы в НИИ экономики и планирования Госплана Армянской ССР, бывшего Государственного Комитета Совета Министров Армянской ССР по использованию и охране поверхностных и подземных водных ресурсов (Госкомводхоз), Армянского республиканского управления по гидрометеорологии и контролю природной среды (УГКС), проектных институтов «Армгипроводхоз» и «Армгидропроект», Всесоюзного государственного головного проектно-изыскательского и научно-исследовательского института «Союзгипроводхоз».

Выражаю свою благодарность руководителям и сотрудникам этих учреждений.

Считаю своим долгом выразить благодарность рецензенту заведующему кафедрой Гидрологии суши Ленинградского гидрометеорологического института доктору географических наук, профессору А. В. Владимирову, редактору доктору географических наук, профессору Г. К. Gabrielyan и кандидату технических наук Б. М. Мнацаканяну за ряд ценных замечаний, способствовавших улучшению монографии.

ГЛАВА I

НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

1.1. Социально-экономические факторы водопользования

Человечество не может существовать без воды. И из всех видов природных ресурсов в наибольшем количестве потребляется вода. В наш век вода приобрела особое значение как сырье, нередко дефицитное и весьма дорогое. Очень много воды расходуется на промышленные и бытовые нужды. Так, для добычи 1 т нефти требуется 10 м³ воды, для выплавки 1 т меди—500 м³ воды, для выработки 1 т капронового волокна—5000 м³ воды. Современная тепловая электростанция мощностью 1,2 млн. кВт потребляет в год около 1,2—1,4 млрд. м³ воды. Для удовлетворения коммунально-бытовых нужд современного города с миллионным населением требуется 0,4—0,5 млн. м³ воды в сутки. Для современной техники характерен рост водоемких производств. Крупные заводы, фабрики, теплоэлектростанции «выпивают» целые реки воды. Число производств, нуждающихся в большом количестве воды, ежегодно возрастает.

Не меньшее количество воды используется в сельском хозяйстве. Чтобы получить 1 кг сухого пшеничного зерна, требуется 750 л воды. Для орошения 1 га сельхозугодий в течение оросительного периода расходуется 8—9 тыс. м³ воды. По данным [108] суммарный расход воды на одного жителя нашей планеты составил в 1970 г. около 1000 т в год, топлива—примерно в 1000 раз меньше, металлов—еще на один порядок меньше. В силу ряда особенностей современного этапа развития производства водопотребление неуклонно возрастает. Суммарное изъятие воды на хозяйственные нужды к 2000 г. может составить 5,5—7 тыс. км³, а по отдельным оценкам [35]—даже 9—10 тыс. км³. При этом около половины этого объема будет расходоваться безвозвратно.

Сведения о динамике и структуре водопотребления земного шара в течение текущего столетия приведены в табл. 1. Из этих данных видно, что основным водопотребителем было и остается

сельское хозяйство, хотя его доля в общем водопотреблении к 2000 г. несколько уменьшится. К концу нашего столетия сельскохозяйственное водопотребление возрастет до 3400 км³ в год и составит 58% общего водопотребления в мире. Безвозвратные потери достигнуты к этому времени примерно 2600 км³, или 87% суммарных потерь воды в мире. Сельскохозяйственное водопотребление за 100 лет возрастет примерно в 10 раз.

Рост водопотребления в мире [90, с. 12]

Таблица 1

Водопотребитель	1900 год		1970 год		Прогноз на 2000 год	
	км ³	%	км ³	%	км ³	%
Коммунальные хозяйства	20	4	120	4	440	7
	5	3	20	1	65	2
Промышленность	30	8	510	20	1900	32
	2	1	20	1	700	2
Сельское хозяйство	350	88	1900	73	3400	58
	260	96	1500	94	2600	87
Водоохранилища	—	—	70	3	240	3
	—	—	70	4	240	9
Всего:	400	100	2600	100	5980	100
	267	100	1610	100	3505	100

Примечание: в числителе общее водопотребление, в знаменателе—безвозвратное.

Более быстрым темпом возрастет промышленное водопотребление. К 2000 г. его объем достигнет 1900 км³ в год, т. е. увеличится по сравнению с 1900 г. более чем в 60 раз. Значительно медленнее возрастет коммунальное водоснабжение: к 2000 г. оно достигает 440 км³ в год или по сравнению с 1900 г. увеличится в 22 раза. При этом удельное водопотребление на душу населения вырастает примерно в 3 раза, что в значительной степени связано с увеличением городского населения, для удовлетворения потребностей которого требуется значительно больше воды.

Сейчас городской житель в среднем по земному шару расходует на эти цели около 150 л в сутки, в сельской местности — 54 л. Однако, если учесть, что доля городского населения с 33% в 1960 г. увеличится до 51% в 2000 г., в целом по нашей планете и до 85—90% в экономически развитых странах, а также произойдет выравнивание культурно-бытовых условий города и деревни, то следует ожидать, что норма водопотребления повысится до

400 л в сутки. По расчетам А. А. Соколова и В. И. Корзуна душевое водопотребление в мире в начале текущего столетия составило 240 м³ в год, а к 2015 г. достигнет 1130 м³ в год, т. е. увеличится почти в 5 раз [39].

По расчетам этих же ученых к 2015 г. промышленность будет потреблять 2750 км³ в год, сельское хозяйство—4700 км³ в год, коммунально-бытовое хозяйство—650 км³, а полное водопотребление на земном шаре—8500 км³ в год, что составляет 9% суммарного речного стока земного шара. Если величину суммарного водопотребления сравнить с теми водными ресурсами, которые реально могут быть использованы (без регулирования около 25% речного стока, при устройстве водохранилищ—до 50%), то станет очевидным, что это составляет его значительная доля и во многих речных бассейнах, как отмечают авторы, водные ресурсы практически будут исчерпаны и диспропорция между потреблением воды и ее доступными запасами станет более чем очевидной.

Исключительно высокими темпами будет увеличиваться водопотребление в энергетике, где огромное количество воды используется в системах охлаждения. При существующей тенденции удвоения выработки электроэнергии каждые 10 лет, а также увеличении доли более водоемких АЭС в системе электроснабжения с 2,7% в 1970 г. до 30—50% в 2000 г. [43] можно предположить, что энергетическое водопользование к концу текущего столетия возрастет более чем на один порядок. По некоторым оценкам [3] требуемый объем воды для систем охлаждения составит для всего земного шара примерно 30% общего водопотребления, а в промышленно развитых странах—до 60%.

При сохранении современных темпов прироста к 2000 году водопотребление на земном шаре может достигнуть по разным оценкам от 12 тыс. до 24 тыс. км³ в год [96, 100], т. е. по сравнению с 1970 г. увеличится в 5—10 раз, в то время как население, согласно прогнозам, только удвоится. Это объясняется прежде всего тем, что динамика современного водопотребления отличается ускоренным расширением потребностей людей. Так, согласно [110], увеличение производства электроэнергии за последние 30 лет на 90% обусловлено повышением потребностей в энергии и лишь на 10% приростом населения.]

Динамика роста водопотребления в СССР показана в табл. 2, из которой следует, что за период 1970—1985 гг. общее водопотребление в нашей стране увеличилось на 126 км³, т. е. на 50%.

В 1985 г. общий объем воды, находящийся в хозяйственном пользовании (включая воды в оборотных и других охлаждающих системах) составлял ориентировочно 362 млрд. м³, из них 147 свежей воды приходилось: на коммунальное водоснабжение—24

ными потребностями в воде и возможностями их удовлетворения следует считать увеличение степени доступности для использования некоторых видов вод гидросферы. В частности, создание условий широкого использования подземных вод глубокого залегания, а также искусственного увеличения запасов подземных вод (аккумулирование). Согласно исследованиям [112] более 1/3 всех потребностей в питьевой воде США в 2000 г. будет обеспечиваться за счет добычи подземных вод, запасы которых во многих районах будут восстанавливаться искусственно. Важную роль отводят увеличению доступности использования ледников, а также переброскам воды из одних регионов Земли в другие.

Другой важный путь ликвидации «водного голода» — опреснение минерализованных (соленых и солоноватых) вод, запасы которых на Земле огромны. Масштабы опреснения растут из года в год. Как указывается в работе [37], опреснение морской воды позволит населению земного шара в течение 300 тыс. лет пользоваться питьевой водой из расчета 1000 м³ в год на одного жителя.

Другой весьма важный путь преодоления глобальных противоречий водопользования — искусственное управление и регулирование процессов круговорота воды на Земле. Человечество не в состоянии изменить абсолютное количество воды на земном шаре. Но в его власти изменить в свою пользу отдельные составляющие водного баланса, увеличить объем и улучшить качество водных ресурсов, доступных для использования, т. е. то, что называется расширенным воспроизводством водных ресурсов.

Противоречия местного характера проявляются в различных частях земного шара далеко не в одинаковой степени. В некоторых странах эти противоречия носят характер водного кризиса, в других — дефицита пресной воды не существует ни в настоящее время, ни в далеком будущем.

По соотношению водных ресурсов и потребности в них можно выделить четыре характерных группы стран: а) водные ресурсы велики, а потребности ограничены (многие тропические страны Африки и Южной Америки, Скандинавские страны, Канада); б) и водные ресурсы, и потребности не велики (большинство стран Северной Африки, Ближнего и Среднего Востока); в) велики как водозапасы, так и потребности (высокоразвитые и густонаселенные страны Западной Европы, восточная часть США); г) водные ресурсы относительно ограничены, тогда как потребности велики (Запад США, некоторые урбанизированные районы Японии, ЮАР и т. д.).

В США одна седьмая часть населения испытывает недостаток воды. Угроза нехватки воды стоит также перед государствами Западной Европы, Японией, Гонконгом и др. Во многих странах ми-

ра чистая питьевая вода стала товаром, который продается в магазинах. Хорошая пресная вода становится предметом экспорта.

Крупнейшие города мира имеют весьма напряженные условия водоснабжения. В них вводятся «нормы на воду». Хронический водный голод—одна из бед Токио, Нью-Йорка, Парижа, Лондона.]

В нашей стране снабжение водой стало серьезной проблемой для ряда крупных городов Донбасса, промышленных центров Урала. Главной причиной местных противоречий водопользования следует считать как ограниченность местных водных ресурсов, так и их неравномерность распределения по территории во времени и пространстве, а также неравномерность территориального распределения водопотребителей и спроса на воду. Ярким подтверждением этого может служить пример нашей страны.

Так, распределение водных ресурсов рек (за средневодный год 4,72 тыс. км³, из них 333 км³ поступает из зарубежных стран [28, с. 41]) по территории СССР крайне неравномерно и неблагоприятно в отношении распределения водопотребителей. Свыше 86% поверхностных вод сосредоточено в экономически менее развитых и слабо обжитых северных и восточных районах (бассейн Северного Ледовитого и Тихого океанов). На западные и южные районы, расположенные в пределах наиболее обжитой территории, где сосредоточено более 85% населения и около 80% промышленного и сельскохозяйственного производства страны (центральные районы Европейской части СССР, Украина, Молдавия, Северный Кавказ и Закавказье, Урал, Поволжье, Казахстан и Средняя Азия) приходится всего лишь около 14% речных водных ресурсов. Водообеспеченность на душу населения здесь в 30 раз меньше, чем в северных и восточных районах.

О неравномерном обеспечении водой отдельных экономических районов страны свидетельствуют следующие данные [101]:

Особенно низкие значения стока наблюдаются в юго-восточных районах европейской территории Союза, а также в бассейне Аральского моря и ряде районов Средней Азии. На эту площадь, составляющую четвертую часть страны и наиболее нуждающуюся в воде, приходится всего лишь 2% ресурсов речных вод.

Крайне неблагоприятен и естественный режим наших рек. Лишь немногим более 20% речного стока страны приходится на долю устойчивого подземного стока. Значительную часть воды реки переносят за 2—3 месяца. Именно на этот период весеннего половодья приходится от 50 до 90% и более годового стока рек.

Значительны колебания речного стока в бассейнах отдельных рек от года к году. Это особенно сильно сказывается в засушливых районах страны, где объем стока за маловодный год может быть в 100 и больше раз меньше чем в многоводные годы. При

Таблица 3

Распределение речного стока между экономическими районами СССР
(в тыс. м³ на 1 км² площади)

№ пп	Экономические районы	Водные ресурсы
1	Закавказье	370
2	Европейский Север	315
3	Восточная Сибирь и Дальний Восток	253
4	Прибалтийские республики и Калининградская область	211
5	Западная Сибирь	208
6	Центрально-промышленный и Центрально-черноземный районы	168
7	Урал	150
8	Поволжье и Волго-Вятский район	111
9	Средняя Азия	91
10	Юго-Запад	80
11	Казахстан	24
	В среднем по СССР	198

этом как многоводные, так и маловодные годы могут повторяться несколько лет подряд, и если многоводные годы могут иметь продолжительность циклов 2—3 года, то маловодные фазы нередко продолжаются в течение 6—7 и даже 15—20 лет [1, 82].

Между союзными республиками сток распределен также крайне неравномерно. Наиболее низкую обеспеченность собственными водными ресурсами имеют Туркменская и Молдавская ССР, где на одного человека приходится соответственно 0,16 и 0,20 тыс. м³ в год, а также Узбекская, Украинская и Азербайджанская ССР (от 0,77 до 1,31 тыс. м³ в год). Наиболее обеспечены водами местного формирования Киргизская и Таджикская ССР, территории которых охватывают горные области бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи. Здесь удельные водные ресурсы составляют около 13 тыс. м³ в год. Высокую водообеспеченность имеют также Грузинская ССР и Прибалтийские республики.

С учетом транзитных вод на первом месте по водообеспеченности стоит РСФСР (30,6 тыс. м³ в год), затем идут Туркменская, Таджикская, Киргизская, Латвийская, Грузинская и Эстонская ССР (от 22,9 до 11,4 тыс. м³ в год). Наиболее бедными являются Молдавская и Армянская ССР, где на одного человека приходится всего 2—3 тыс. м³ воды в год при среднесоюзной обеспеченности 17,3 тыс. м³ в год.

Средняя водообеспеченность территории СССР составляет 198 тыс. м³ в год на 1 км², а с учетом вод, поступающих из зарубежных стран—212 тыс. м³ в год. По этому показателю наиболее водообеспеченной является Грузинская ССР (755 тыс. м³ в год),

наименее обеспеченной—Туркменская ССР (всего 0,94 тыс. м³ в год).

Из сказанного становится ясно, как важно четко различить абсолютное богатство водными ресурсами и их относительные показатели. Преимущество нашей страны по богатству речных вод (по абсолютному значению речного стока, формирующегося в пределах собственной территории, СССР занимает первое место в мире) не следует распространять на относительную их оценку. Это может привести к переоценке наших ресурсов.

Все сказанное вызывает необходимость осуществления больших мероприятий по регулированию и перераспределению стока между отдельными районами страны, сооружать каналы, водотоходы и водохранилища.

Необходимость осуществления крупномасштабных водохозяйственных мероприятий диктуется не только противоречиями, существующими между водозапасами и потребностями, но и тем, что эти противоречия проявляют тенденцию еще больше обостряться в дальнейшем (табл. 2).

Таким образом, можно заключить, что преодоление местных противоречий водопользования возможно на основе единой программы регулирования и управления водными ресурсами конкретной территории.

Острота противоречий водопользования усугубляется многообразием форм и масштабами использования данного водного объекта, характером освоения окружающей среды, противоречиями между водопользованием и его последствиями, когда они накладываются на местные несоответствия между спросом на воду и имеющимися естественными водными ресурсами территории. Все это приводит к сложнейшему переплетению последствий водопользования, отражающихся на количественных и качественных показателях водных ресурсов. При этом наиболее распространенным и наиболее опасным последствием использования вод является все возрастающее загрязнение водных объектов.

1.3. Загрязнение природных вод

Сложность водной проблемы, о которой говорилось выше, заключается не только в обеспечении необходимого количества воды для удовлетворения растущих потребностей человеческого общества. Острота ее скорее всего связана с резким ухудшением качества ресурсов пресных вод. Главная угроза возникновения «водного голода» не в перечисленных выше причинах, а в загрязнении основных источников водоснабжения—поверхностных и подземных вод. Объем сбрасываемых в водный бассейн суши промышленных и коммунальных стоков составляет сейчас около 700 км³,

а к 2015 г. достигнет громадной цифры—2000 км³ в год [39, с. 8]. Загрязнение водных источников стало острой проблемой современности, для решения которой необходимы сложные организационные и технические мероприятия. Эта проблема сейчас коснулась всех развитых в экономическом отношении стран. В ряде мест наблюдается настоящее отравление поверхностных вод промышленными стоками (реки и озера США, Франции, ФРГ и многих других стран). Объем сточных вод только 7-ми отраслей промышленности США составляет 95 км³ в год [45, с. 12]. В ФРГ в 1965 г. объем промышленных сточных вод составлял 24,8 млн. м³ в сутки. В настоящее время эта цифра удвоилась. По данным ЮНЕСКО (1971 г.) ежегодно реки мира переносят со своими водами 320 млн. т железа, 2,3 млн. т свинца, 6,5 млн. т фосфора, 4—5 тыс. т ртути [8] в Мировой океан ежегодно только с атмосферными осадками попадает 250 тыс. т свинца [3, 54].

В настоящее время нефть—самое распространенное загрязняющее природные воды вещество. По разным оценкам общее поступление нефти в Мировой океан составляет 1,64—15,0 млн. т в год [54, 68, 45]. Если считать, что площадь распространения 1 т нефти в среднем составляет 12 км², то можно сделать вывод о том, что потенциально 130—150 млн. км² поверхности Мирового океана (40—45%, всей поверхности) покрывается тонким слоем нефти.

Загрязнения, поступающие в сточные воды, условно можно разделить на несколько групп: минеральные (песок, глинистые частицы, частицы руды, шлака, минеральные соли, растворы кислот, щелочей и других веществ); органические (остатки растений, плодов, овощей и злаков, растительного масла, выделения людей и животных); бактериальные и биологические (стоки бойн, кожевенных заводов, фабрик первичной обработки шерсти, меховых производств, биофабрик, предприятий микробиологической промышленности и др.).

Серьезный вред водам наносит химическое, нефтяное загрязнение, загрязнение поверхностно-активными веществами, солями тяжелых металлов (медь, свинец, цинк, никель и др.). Эти сточные воды, даже прошедшие очистку по современной технологии, требуют весьма большого разбавления при спуске в реки. Например, сточные воды нефтяной промышленности требуют разбавления в 500 раз, а газогенераторных станций—в 1000 раз. По данным, приведенным в [39], к 2015 г. только для этой цели потребуется около 2000 км³ свежей воды, что примерно в 2 раза больше возобновляемых ресурсов пресных вод «обжитой» части нашей планеты.

Учитывая чрезвычайную важность рассматриваемой пробле-

мы, остановимся несколько подробнее на ее решении в нашей стране.

Надо отметить, что проблема охраны, изменения и загрязнения водных ресурсов относится к числу наиболее трудноразрешимых водных проблем, в особенности санитарная охрана, т. е. обеспечение населения доброкачественной водой, поддержание в водоемах качества воды, необходимой для жизни рыб, водоплавающей птицы и животных.

Количество хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод, поступающих в водные объекты, в нашей стране с 1960 г. увеличилось более чем в 3,5 раза [1, с. 29]. А ведь эти поверхностные водотоки и водоемы, которые используются как основные каналы для стока сточных вод, являются главным источником водоснабжения и водопользования. Объем отводимых в настоящее время сточных вод составляет около 180 км³, а в обозримой перспективе дойдет до 210—230 км³. Такому резкому увеличению количества сточных вод способствует быстрая индустриализация страны и благоустройство населения.

Основными источниками загрязнения водных объектов в нашей стране служат: промышленность, коммунальное и сельское хозяйства, водный транспорт. Среди промышленных выбросов наиболее опасными загрязнениями являются нефтяные продукты, отходы целлюлозно-бумажных, химических, деревообрабатывающих предприятий. Отрицательно сказывается на жизни водоемов массовый сплав леса, стоки нефтепродуктов с транспортных и нефтеперевозных судов. Целый ряд новых отраслей промышленности, такие как химическая, нефтехимическая, органического синтеза, пластических масс и другие, имеют весьма сложный химический состав, и до настоящего времени их загрязнения изучены не полностью.

В последнее время увеличивается роль сельского хозяйства как источника загрязнения. Этому способствуют возрастающие масштабы внесения в почву минеральных удобрений и пестицидов, создания крупных животноводческих комплексов.

В СССР уделяется большое внимание охране водных ресурсов от загрязнения и истощения. Изыскиваются новые, все более совершенные способы очистки промышленных стоков, повышаются требования к лицам, ответственным за чистоту водного бассейна.

За годы Советской власти многое сделано по защите природных комплексов таких важных водоемов страны, как Каспийское, Азовское и Аральское моря, рек Волги, Дона, Днепра, Средней Азии, Урала, Кавказа, озер Байкала, Севана, Иссык-Куля и др. В настоящее время 65% сточных вод нашей страны подвергается биологической очистке. Комплексное использование водных ре-

сурсов, создание крупных водохранилищ позволило в ряде районов страны устранить угрозу наводнений, рационально использовать водные ресурсы для отраслей народного хозяйства.

Ответственность за организацию рационального использования вод в народном хозяйстве и за их охрану от загрязнения, засорения и истощения возложена на Минводхоз СССР и систему его республиканских и местных органов по регулированию использования и охране вод. Этому министерству подчинено более 100 бассейновых территориальных управлений, около 250 гидрохимических лабораторий, контролирующих свыше 2 тыс. объектов, имеющих 3600 пунктов наблюдений. Госкомгидромету СССР вменена в обязанность ответственность за организацию службы наблюдений за условием загрязнений и экстренной информации о резких изменениях загрязненных вод.

На стационарных гидрометрических постах этого ведомства изучаются следующие ингредиенты и показатели качества воды: растворенный кислород, БПК₅, окисляемость, ион аммония, нитратный ион, железо, медь, цинк, хром, никель, фенолы, экстрагируемые вещества, магний, хлориды, сульфаты, синтетически поверхностно-активные вещества, нефтепродукты, взвешенные вещества и др.

Санитарную охрану водоемов осуществляют органы санитарного надзора Минздрава СССР и союзных республик в лице республиканских, областных, городских и районных санитарно-эпидемиологических станций. На Мингеологию СССР возложены функции контроля по охране подземных вод от истощения и загрязнения.

В общих вопросах использования и охраны водных ресурсов от загрязнения генеральным направлением водной проблемы, на наш взгляд, ликвидации «водного голода» — рациональное использование и защита водных ресурсов от загрязнения, т. к. основную угрозу нехватки воды порождает не безвозвратное промышленное и другие потребления, а интенсивное загрязнение природных вод и необходимость их разбавления.

Водная проблема требует конкретного изменения принципов использования и охраны водной среды суши. Необходимо полностью прекратить сброс сточных вод в реки и озера, снизить водоемкость промышленности, перевести ныне водоемкие производства в менее водоемкие на базе новой технологии, применять повсюду в промышленности замкнутое оборотное водоснабжение, внедрять в промышленности безотходные технологические процессы, резко сокращать потери и снизить количество воды, расходуемой на единицу продукции сельскохозяйственного производства.

Если человечество не в состоянии внести коррективы в абсолютное количество водных ресурсов Земли, то оно вполне может

увеличить объем и улучшить качество доступных для использования водных ресурсов. Потребуется осуществление крупных инженерных мероприятий по перераспределению речного стока во времени и в пространстве, уменьшению испарения с почвы и вообще потерь воды во всех сферах человеческой деятельности, а также опреснению и использованию морской и минерализованной подземной воды, ледников и айсбергов. Но среди всех этих сложных и казавшихся порой фантастических проблем, наиболее важным является прекращение сброса сточных вод. При решении всех этих проблем человечеству не может угрожать «водный голод», и поэтому любые усилия для его достижения будут оправданы. «Водный голод» не наступит, если мы научимся рационально использовать и управлять водными ресурсами Земли.

1.4. Очистка и обезвреживание сточных вод

В реках и водоемах происходит естественный процесс самоочищения воды. Несколько десятилетий назад реки в основном справлялись с этой задачей и нередко можно было наблюдать как речные воды, загрязняемые сточными водами коммунального хозяйства и промышленности, через 10—15 км ниже по течению становились чистыми и пригодными для пользования. В наш же индустриальный век с резким увеличением отходов реки и водоемы уже не справляются со столь значительным загрязнением и возникает необходимость очищать, обезвреживать сточные воды и утилизировать их. Эти вопросы имеют большое государственное значение.

Очистка сточных вод—это разрушение или удаление из них определенных веществ. Обезвреживание сточных вод предусматривает удаление из них патогенных микроорганизмов. Утилизация сточных вод—это извлечение из них веществ, представляющих определенную ценность [32, 40, 71, 88].

Освобождение сточных вод от загрязнения—сложное производство. В нем, как и в любом другом производстве, имеются сырье и готовая продукция. Сырьем являются сточные воды, а продукцией—очищенная вода. Современные очистные сооружения сточных вод очень капиталоемкие. Стоимость их порой достигает 40% стоимости основных производственных фондов. Под очистные сооружения занимаются огромные площади земель. Почти три четверти средств, выделенных государством на охрану окружающей среды, идет на строительство водоохраных сооружений [101]. Современные методы очистки сточных вод можно разделить на механические, физико-химические, химические и биологические. Применение того или другого метода зависит от степени и характера загрязнения сточных вод. Чаще всего в производстве исполь-

зуется комбинированный метод—сочетание двух и более методов. Сущность механической очистки заключается в том, что из сточных вод путем отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Жидкая часть сточных вод обычно подвергается в дальнейшем биологической очистке.

Механическая очистка сточных вод происходит на ряде последовательно расположенных сооружений, конструкция которых рассчитана на задержание различных фракций взвеси. Для механической очистки применяются процеживание, отстаивание и фильтрование. В зависимости от требований к качеству очищенной сточной воды, применяют различные очистные сооружения: для процеживания—решетки и сетки, предназначенные для задержания крупных частиц примесей, движущихся по каналу; для задержания более мелких взвешенных в воде примесей—посколовки, отстойники, фильтры с зернистой загрузкой (кварцевый песок, гранитный щебень, антрацит, горелые породы, гранулированный доменный шлак). Посколовки представляют собой резервуары, через которые сточные воды протекают с такой скоростью, что на дно выпадает только минеральный осадок (главным образом песок), а более легкая взвесь проносится потоком воды в отстойники.

В отстойниках сточная вода движется очень медленно, благодаря чему мелкодисперсионные взвешенные вещества оседают на дно и образуют осадок. Отстойники выполняют основную роль в процессе механической очистки сточных вод. В ряде случаев отстаивание воды является единственным и достаточным способом для извлечения из сточной воды механических загрязнений и подготовки ее к повторному использованию в системах оборотного водоснабжения. Однако для некоторых отраслей промышленности требуется вода с меньшим содержанием взвешенных веществ и для полного осветления ее производится фильтрование, а в некоторых случаях хлорирование осветленной воды. Механическая очистка, как правило, является предварительным и реже окончательным способом очистки производственных сточных вод.

Промышленные сточные воды по своему составу и свойствам значительно отличаются друг от друга, отражая разнообразие производственных процессов, в которых они принимали участие. Поэтому методы их очистки в каждом отдельном случае также различны. Механическая очистка позволяет выделить из бытовых сточных вод до 2/3 нерастворимых примесей, а из производственных—более 9/10.

Основными методами химической очистки сточных вод являются нейтрализация и окисление. Нейтрализация—это химическая реакция между веществом, имеющим свойства кислоты, и веществом, имеющим свойства основания, которая приводит к потере

характерных свойств обоих соединений, образованию нетоксичных или малотоксичных продуктов, превращению растворенных веществ в нерастворимые в воде соединения.

При спуске сточных вод в водоем или в городскую канализационную сеть практически нейтральными следует считать смеси с $pH = 6,5 \div 8,5$. Следовательно, подвергать нейтрализации следует сточные воды с pH менее 6,5 и более 8,5.

При химической очистке могут быть применены различные способы нейтрализации: взаимная реакция кислых и щелочных сточных вод, нейтрализация реагентами, фильтрование через нейтрализующие материалы.

Окислительный метод очистки применяют для обезвреживания сточных вод, содержащих токсичные примеси (цианиды, комплексные цианиды меди и цинка) или соединения, которые нецелесообразно извлекать из сточных вод, а также очищать другими методами (сероводород, сульфиды). Такие воды встречаются в машиностроительной, горнодобывающей, нефтехимической, целлюлозно-бумажной и в других отраслях промышленности.

В качестве окислителей используются озон, двуокись хлора, перманганат калия, перекись водорода. Наиболее перспективным из них является озон, так как он не приводит к увеличению солевого состава воды, не загрязняет воду продуктами восстановления и посторонними примесями и одновременно насыщает ее кислородом, что дает возможность повторного использования воды в оборотном водоснабжении.

Химическая очистка может применяться как самостоятельный метод перед подачей производственных сточных вод в систему оборотного водоснабжения, а также перед спуском их в водоем или в городскую канализационную сеть. Химическая обработка промышленных сточных вод весьма желательна (в качестве предварительной) перед биологической или физико-химической очисткой. Химическая обработка находит применение также и как метод доочистки промышленных сточных вод с целью их дезинфекции, обесцвечивания или извлечения из них различных компонентов. При локальной очистке производственных стоков в большинстве случаев предпочтение отдается химическим методам.

Физико-химические методы играют значительную роль при очистке производственных сточных вод. Они являются перспективными, область применения их расширяется, а доля среди других методов очистки возрастает. Физико-химические методы применяются как самостоятельно, так и в сочетании с другими методами. При физико-химическом методе очистки из сточных вод удаляются также дисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушаются органические неокисляемые и плохоокисляемые вещества. Физико-химической очисткой достигается умень-

шение нерастворимых примесей до 95% и растворимых—до 25%.

Широкое распространение получил электролиз, при котором происходит разрушение органических веществ в сточных водах и создается возможность извлечения металлов, кислот и других неорганических веществ. Электролиз эффективен на свинцовых и медных предприятиях, в лакокрасочной и некоторых других областях промышленности. Применяются также ионообменные смолы, ультразвук, различные сорбенты, диализ, испарение, магнитная обработка и др.

Среди методов очистки сточных вод большую роль должен сыграть биологический метод, использующий закономерности биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоемов. Биологическое окисление—это процесс окисления органических веществ сточных вод и превращения их в неорганические или минеральные вещества, безвредные для живых организмов. Оно совершается при участии микроорганизмов (аэробов) и кислорода воздуха. При этом происходит распад органических веществ и превращение их сначала в азотистые, а затем в азотно-кислые соли. Этот процесс основан на том, что все вещества на нашей планете, какими бы сложными они ни были, подвержены расщеплению со стороны микроорганизмов. И задачей в очистке бытовых стоков является лишь интенсификация окислительных процессов, доступных природным механизмам.

Существует несколько типов биологических устройств по очистке сточных вод: биофильтры, биологические пруды и аэротенки. В биофильтрах сточные воды пропускаются через слой крупнозернистого материала (котельный шлак, кокс, гравий, щебень твердых пород, керамзит), покрытого тоненькой бактериальной пленкой. Благодаря этой пленке интенсивно протекают процессы биохимического окисления. Именно эта пленка и является действующим началом в биофильтрах. Биологические пруды—искусственно созданные водоемы, в которых для очистки сточных вод используются организмы, населяющие водоем. Эти пруды могут применяться как для очистки, так и для доочистки (см. ниже) стоков, прошедших биологическую очистку. Это последнее назначение биологических прудов имеет преимущественное распространение. Аэротенки—огромные железобетонные резервуары, в которых поступающая сточная вода продувается снизу мощным потоком воздуха. Здесь окисление органических веществ происходит также как в естественных водоемах, но значительно интенсивнее. Если процессы окисления в реках требуют нескольких суток, то в аэротенках—всего несколько часов. Очищающим началом в аэротенках является активный ил из бактерий микроскопических животных.

Микроорганизмы могут за одни сутки «съесть» пищи в 30—

40 раз больше собственного веса и воспроизвести 4770 триллионов себе подобных, т. е. за сутки у них сменяется столько поколений, сколько у человека за 5 тысяч лет. Они очень интенсивно синтезируют белок, растут в 500 раз быстрее самых урожайных сельскохозяйственных культур и в 1000—5000 раз быстрее самых продуктивных животных. Причем исходным сырьем микробиологического производства могут служить ничемные отходы-шелуха семечек, отбросы нефтепереработки, сточные воды, пластамса и др.

За последние годы значительно возрос интерес к использованию отходов сточных вод, в частности, избыточного активного ила. Появились новые способы обработки активного ила, позволяющие получить кормовой продукт для птиц и животных. Для внедрения активного ила как кормового продукта в рацион питания сельскохозяйственных животных и птиц необходима проверка состава его на кормовую ценность и безвредность в каждом конкретном случае.

Биологический метод дает хорошие результаты при очистке коммунально-бытовых стоков. Он применяется также и при очистке отходов предприятий нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, производства искусственного волокна. Во всех случаях сточные воды перед биологической очисткой должны подвергаться механической, а после нее для удаления болезнетворных бактерий—и химической очистке.

В большинстве случаев сточные воды после очистки могут быть использованы для технического водоснабжения или спущены в водоемы. ПБК_{полн.} и взвешенные вещества в очищенных источниках воды составляют 15—20 мг/л, что является практически предельно достигнутыми на современных очистных сооружениях. Однако, в некоторых случаях, когда водоемы имеют большое народнохозяйственное значение, требования к очищенной воде повышаются. Так, например, содержание БПК_{полн.} в сточных водах Байкальского целлюлозного завода должно быть не более 3,5 мг/л и такого же порядка содержание взвешенных веществ. Содержание растворенного кислорода в месте выпуска сточных вод в рыбохозяйственные водоемы I категории должно быть не менее 6 мг/л. Такие высокие требования не достигаются на современных сооружениях биологической очистки сточных вод. В этих условиях требуется глубокая очистка (т. н. доочистка) сточных вод. Примером может служить Зеленоградская станция аэрации г. Москвы с доочисткой сточной воды. Здесь бытовые и производственные сточные воды сначала поступают на сооружения механической очистки (решетки, песколовки, первичные отстойники), затем биологической очистки (аэротенки, вторичные отстойники) и после доочистки (барабанные сетки, двухслойные

фильтры, хлораторная установка и быстроток—аэратор). После биологической очистки в воде содержится до 20 мг/л взвешенных веществ и до 15—20 мг/л органических загрязнений по БПК_{полн.}, а после доочистки в воде остается около 1,5 мг/л взвешенных веществ и 2 мг/л органических загрязнений по БПК_{полн.}. Такую воду можно использовать для любых целей, вплоть до коммунально-бытовых, а сама доочистка была вызвана необходимостью удаления из сточных вод остаточных загрязнений, представляющих опасность для рыбного хозяйства р. Схидни.

В нашей стране принципиально решена проблема очистки коммунально-бытовых и промышленных сточных вод. Одновременно осуществляется первичная их обработка на утилизационных установках, позволяющая извлечь из сточных вод ценное сырье (нефть, волокна, фенолы, жиры, красители и т. д.). Наряду с этим следует отметить, что многое еще предстоит сделать в этой области. Важнейшими задачами является здесь радикальное совершенствование технологии очистки сточных вод с дальнейшим повышением доочистки. Проблемы очистки сточных вод, уменьшение сброса их в водоемы, уменьшение количества водопотребления теснейшим образом взаимосвязаны и нужно их решать совместно и одновременно.

Создание безотходных технологических процессов, вовлечение в оборотное водоснабжение коммунально-бытовых сточных вод становится важной народнохозяйственной проблемой. Значительно большее внимание, чем это имеет место в настоящее время, следует уделять очистке и доочистке в естественных условиях, в частности на ЗПО, которые, как отмечалось, имеют ряд преимуществ: устраняются дополнительные затраты на промышленную очистку сточных вод, дают дополнительную сельскохозяйственную продукцию, обеспечивают значительную экономию воды, так как отпадает необходимость в разбавлении сточных вод свежими, степень очистки значительно выше, чем на промышленных очистных сооружениях. В охране и рациональном использовании водных ресурсов немаловажная роль, кроме указанных выше мероприятий, принадлежат также и экономическим санкциям и стимулам, о чем более подробно будет сказано в следующей части.

1.5. Проблема малых рек

Трудно переоценить роль малых рек в жизни нашей страны. Если учесть, что у нас насчитывается 3 млн. рек и ручьев, из них 2,8 млн. протяженностью до 10 км, то становится понятным, почему так важно сохранить полноводность и чистоту не только крупных, но и малых рек.

Реки длиной менее 100 км составляют около 99% общего чис-

ла рек СССР и 92—93% их общей протяженности [89, с. 11]. На долю малых рек приходится значительная часть поверхностных водных ресурсов страны. Так, в РСФСР сток малых рек составляет более трети от суммарного среднегодового стока. В подавляющем большинстве остальных республик страны на долю малых рек приходится от 25 до 100% суммарного стока, и только в таких республиках, как Туркмения, Узбекистан, Молдавия доля его незначительна—от 1 до 10%.

Все реки Армянской ССР относятся к категории малых и весьма малых рек. Сток малых рек относительно невелик и не является существенным с точки зрения водохозяйственного баланса. Однако значение их очень велико в целях водоснабжения мелких населенных пунктов, небольших сельскохозяйственных и промышленных объектов, обводнения пастбищ, орошения небольших площадей, водного туризма и рекреации. В условиях обостряющихся энергетических балансов роль малых рек для получения электроэнергии будет возрастать. Водные ресурсы малых водотоков как часть общих водных ресурсов выступают в качестве важных факторов размещения производительных сил и социально-экономического развития общества. Малые реки являются начальным звеном речной сети и поэтому всякое изменение в их режиме непременно отражается во всей гидрографической сети, т. е. в отличие от многих природных ресурсов (например, лес, почва) последствия нерационального использования речных вод носят общий характер для нижеследующих рек.

Следует признать, что защите и рациональному использованию малых рек до последнего времени не уделялось должного внимания. Это объясняется тем, что малые реки не представляли интереса для отраслей народного хозяйства, а между тем эти реки являлись весьма удобным и не требующим никаких затрат способом удаления неочищенных сточных вод, всякого мусора и промышленных отходов. В результате многие малые реки подверглись сильному загрязнению, значительно превышающему их самоочищающую способность [19]. Некоторые малые реки сильно обмелели в результате бессистемной вырубки прибрежных лесов, смыв почвы достигал значительных размеров. Допускалось нарушение агротехники, особенно на склонах, разрушались берега. Многие малые реки засорились и обмелели, некоторые из них летом стали пересыхать. Обнаружены случаи исчезновения малых рек. Происходит это потому, что значительная часть малых рек не находится под контролем органов водного хозяйства, способных оценить и предупредить отрицательные последствия антропогенного воздействия не только на русла самых рек, но и на водосборные бассейны этих рек. Из малой реки берут больше, чем отдают ей.

Все сказанное показывает, что разработка и осуществление мероприятий по охране малых рек весьма актуальная задача, от правильного решения которой зависит не только сохранение богатств природы, но и дальнейшее развитие народного хозяйства.

Особенности водного режима малых рек (почти весь годовой сток проходит в течение короткого весеннего периода, после чего наступает очень низкая межень) определяют основное направление использования и охраны их водных ресурсов. Большое внимание должно быть уделено сохранению (а где нарушено—восстановлению) защитных лесополос, закреплению оврагов, обеспечению сложившегося режима питания поверхностными и подземными водами.

В СССР многое делается для охраны малых рек и водоемов. В вопросах сохранения чистоты и рационального использования малых рек исключительно большое значение имело постановление Совета Министров СССР от 8 октября 1980 г. № 868 «Об усилении охраны малых рек от загрязнения, засорения и истощения и о рациональном использовании их водных ресурсов». Согласно этому постановлению должны разрабатываться и осуществляться мероприятия по сохранению чистоты и восстановлению водности малых рек (протяженностью до 200 км), в районах крупных городов, промышленных центров, мест массового отдыха населения, уникальных природных ландшафтов и заповедных территорий. Разработаны и утверждены для многих районов страны положения о водоохранных полосах (зонах) малых рек с учетом режима хозяйственной деятельности предприятий и организаций и ответственности за содержание этих полос (зон) в надлежащем санитарном состоянии. Разрабатываются схемы охраны вод малых рек, строительства гидротехнических сооружений и выполнения других работ общего назначения, способствующих поддержанию благоприятного водного режима и санитарного состояния малых рек. Определены конкретные объединения, предприятия, учреждения и организации, которые должны осуществлять проектирование и строительство гидротехнических сооружений и выполнение других работ, обеспечивающих ликвидацию причин и предупреждение загрязнения, засорения и истощения водных ресурсов малых рек. Для выполнения этих работ предусматриваются в планах экономического и социального развития СССР соответствующие капитальные вложения.

Необходимость и принципиальная возможность полного предотвращения загрязнения рек сточными водами в перспективе можно считать доказанными. Уже сейчас имеется много примеров такого решения водных проблем малых рек во многих регионах нашей страны. Таким образом, будущее малых рек связано с профилактикой их загрязнения и истощения. Осуществление се долж-

но касаться не только водного хозяйства, но сельского, лесного, рыбного, коммунального, а также других отраслей народного хозяйства, деятельность которых связана с водопотреблением и водопользованием. В настоящее же время, пока не осуществлены эти радикальные меры повсеместно, важную роль в охране природных вод играет очистка сточных вод, направляемых в реки и водоемы.

Проблеме малых рек уделяется большое внимание и в Армянской ССР. В частности, за последние годы ведутся значительные работы по борьбе с вредным воздействием вод. Проектируется и ведется строительство сооружения по берегоукреплению, дноуглублению, лесонасаждению. Осуществляются агромелиоративные и противоэрозионные мероприятия, которые признаны ликвидировать причины загрязнения, засорения истощения водных ресурсов рек. Такие работы ведутся почти во всех бассейнах малых рек республики. Только в 1983—1985 гг. завершены и сданы в эксплуатацию 20 очистных сооружений, канализационных трубопроводов общей протяженностью более 45 км, систем оборотного водоснабжения общей мощностью 60 тыс. м³ в сутки.

Завершены и сданы в эксплуатацию канализационный коллектор Севан-Кахси с очистными сооружениями сточных вод, канализационный коллектор Чаренцаван-станция аэрации в г. Ереване, который дал возможность подключить к нему все сточные воды бассейна р. Раздан; завершено строительство коллектора вдоль р. Мармарик.

Ведется строительство ряда биологических очистных сооружений сточных вод в бассейнах рек Памбак—Дебед, Касах—Севджур, Гаварагет и др. Значительные работы ведутся по предварительной очистке промышленных сточных вод, а также по внедрению оборотных и замкнутых циклов водоснабжения промпредприятий и резкому уменьшению их сточных вод. Составлены схемы охраны водных ресурсов по бассейнам рек Раздан, Касах—Севджур.

Наряду с этим подавляющее большинство малых рек выпало из поля зрения соответствующих проектных, научно-исследовательских и планирующих учреждений. Решение вопросов улучшения состояния требует значительных капитальных вложений. Нуждается в совершенствовании порядок финансирования, разработки проектной документации на строительство гидротехнических сооружений и на выполнение других работ общего назначения, способствующих поддержанию благоприятного водного режима и надлежащего санитарного состояния малых рек.

В конце отметим, что отсутствие по указанным выше вопросам исследований и методических разработок значительно затрудняет составление схем комплексного использования и охраны вод

малых рек, поэтому соответствующим организациям (в первую очередь Минводхозу СССР и его организациям на местах) следует развернуть специальные исследования и проектно-исследовательские работы по определению первоочередных и перспективных мероприятий, направленных на восстановление и сохранение водных ресурсов малых рек.

1.6. Основные водохозяйственные проблемы Закавказья

Армянская ССР входит в Закавказский экономический район, социально-экономическое развитие которого происходит в тесной увязке и с учетом интересов всех входящих сюда союзных республик: Грузии, Армении и Азербайджана. Поэтому представляется необходимым остановиться вкратце на основных водохозяйственных проблемах Закавказского экономического региона в целом.

В Закавказье—регионе со сложнейшими и разнообразнейшими физико-географическими условиями, с контрастом снеговых гор и лежащих ниже уровня моря низменностей, влажных тропиков и засушливых полупустынь с разнообразным и, в большинстве своем, незарегулированным речным стоком, всякое сколько-нибудь значительное хозяйственное мероприятие связано с вопросом об использовании водных ресурсов. Этот вопрос приобретает часто чрезвычайно сложный характер и требует глубоко продуманного и всесторонне проанализированного комплексного решения.

Вопросы мелиорации земель и борьбы с селевыми потоками, энергетического хозяйства и водного транспорта, водоснабжения и коммунального хозяйства, дорожного строительства и рыбоводства предъявляют свои специфические требования к воде и требуют создания оптимальных условий для их развития. В результате возникают крупные водохозяйственные проблемы, которые охватывают целые речные бассейны, и в настоящее время, когда выдвигаются и широко практикуются вопросы переброски воды из одного региона в другой [1, 5, 18, 20, 22, 28, 32] можно говорить с большим правом о единой проблеме комплексного использования водных ресурсов Закавказья [63].

Такие комплексные схемы составлены для всего бассейна р. Куры и в скором будущем они будут играть большую роль в развитии экономики всего Закавказского региона.

Водохозяйственные проблемы Закавказского экономического района и пути их решения в общесоюзном масштабе стали предметом пристального изучения только в последнее время.

Основной водной артерией Закавказья является р. Кура, бас-

сейн которой охватывает площадь 204 тыс. км², в том числе в пределах СССР—135 тыс. км², Ирана—40 тыс. км² и Турции—29 тыс. км². Бассейн р. Куры охватывает более 77% всей территории Закавказья. На территории Закавказских республик на 1/1 1986 г. проживало 15.304 млн. человек, из которых более 75% в бассейне р. Куры. По плотности населения на 1 км² Закавказье уступает только Молдавской и Украинской ССР. К концу столетия численность населения увеличится на 40—45% и составит около 20 млн. человек. Городское население составит более 60%.

Природные условия бассейна р. Куры характеризуются большим разнообразием ландшафтных поясов—от ледниковых в высокогорных районах (составляющих более 65% территории), до полупустынных и пустынных (на низменностях и межгорных котловинах). Соответственно колеблется и сумма годовых осадков—от 525 мм до 135 мм. В целом бассейн относится к аридным зонам. Климат бассейна р. Куры отличается исключительно большим разнообразием. Здесь встречаются 8 из 11 типов климата земного шара, что обусловлено большим различием отметок рельефа—от 27 м до 5000 м над уровнем моря. Земельные ресурсы и благоприятные природные условия способствуют развитию в бассейне Куры многоотраслевого сельского хозяйства и особенно поливного земледелия, что даже в недалекой перспективе определяет интенсивный рост безвозвратного водопотребления. Кроме сельского хозяйства здесь получил развитие ряд отраслей промышленности. По самым скромным прогнозным подсчетам валовая продукция промышленности до конца текущего столетия увеличится в несколько раз.

В настоящее время орошаемая площадь в бассейне Куры составляет около 2,0 млн. га, а общий фонд земель, пригодных для орошения, оценивается в два с лишним раза больше (4,8 млн. га). Земли, нуждающиеся в осушении, составляют около 120 тыс. га. Пастбищный фонд составляет 3,4 млн. га; в настоящее время обводняется чуть больше половины этого фонда (1,8 млн. га).

В начале 1985 г. около 75% городов и поселков имели централизованные водопроводы, канализовано лишь 38% из них. Состояние водоснабжения и канализации сельских поселковых пунктов не отвечает современным требованиям. По состоянию на начало 1985 г. централизованные водопроводы имели 28% населенных пунктов, канализация же по существу отсутствует. В результате нарушения гидрологического режима р. Куры и уменьшения опресненной зоны в приустьевой части резко сократились уловы, в особенности, ценных рыб. Кроме решения этого важного вопроса, большое развитие должно получить и прудовое рыбоводство. По данным И. А. Шикломанова при отсутствии компенсационных фак-

торов уменьшение стока р. Куры за счет орошения происходит примерно на $0,5 \text{ км}^3/\text{год}$ на каждые 100 тыс. га вновь введенных орошаемых площадей. По его же данным в настоящее время снижение стока р. Куры составляет $5,0 \text{ км}^3/\text{год}$, а к концу столетия в средние по водности годы оно дойдет до $7-8 \text{ км}^3/\text{год}$ [105].

Серьезные проблемы предстоит решить в области охраны водных ресурсов от загрязнения, предотвращения вредного воздействия вод, восполнения озера Севан, создания рекреационных комплексов и рыбохозяйственных мероприятий.

Река Кура в настоящее время значительно загрязнена, и особенно от г. Боржом до устья р. Дебет. Наблюдается превышение санитарных норм БПК, нитритов, нитратов, металлов, нефтепродуктов, фенолов.

Топливные ресурсы Закавказья ограничены, что вызывает необходимость максимального привлечения гидроэнергоресурсов в энергетический баланс региона. В связи с этим намечено сооружение в бассейне порядка 10 ГЭС с установленной мощностью около 1,2 млн. кВт. Многие из этих объектов будут иметь комплексный характер.

По данным схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Куры среднескользящие водные ресурсы реки оцениваются в $30,5 \text{ км}^3$, из них поверхностный сток— $27,3 \text{ км}^3$ и пресные подземные воды— $3,2 \text{ км}^3$. Из этих ресурсов формируется: на территории Грузинской ССР— $10,7 \text{ км}^3$, Армянской ССР— $7,3 \text{ км}^3$ (более подробно об этом см. главу 2), Азербайджанской ССР— $7,9 \text{ км}^3$ и на территории Турции и Ирана— $4,6 \text{ км}^3$.

В настоящее время общий водозабор из водоисточников составляет около 24 км^3 , что в основном покрывается имеющимися ресурсами. Водохозяйственный баланс бассейна Куры станет более напряженным после 1990 г., когда потребность в воде значительно возрастет. В этих условиях станет неизбежным решение вопроса о переброске вод из других регионов. И решить этот вопрос за счет сопредельных с СССР стран Турции и Ирана мы не имеем возможностей. Наиболее реальным и (пожалуй, единственно возможным) радикальным мероприятием, позволяющим решать водохозяйственные проблемы всех отраслей народного хозяйства в бассейне Куры, является, на наш взгляд, переброска сюда части стока из других регионов страны, а также стока рек Западной Грузии (занимающей около 18% территории всего Закавказья и располагающей более 60% водными ресурсами) в размере $15-20 \text{ км}^3$ в год.

Кроме водохозяйственной проблемы переброски вод в бассейн р. Куры, проблема обеспечения водой растущих потребностей Закавказского экономического района должна быть в перспективе

решена за счет: регулирования и перераспределения речного стока; резкого уменьшения потерь воды во всех сферах хозяйственной деятельности (особенно в орошаемом земледелии); поиска новых источников воды; снижения, а в перспективе полного прекращения, сброса сточных вод в открытые водоемы и водотоки.

1.7. Социально-экономическая характеристика Армянской ССР

В условиях Армянской ССР с учетом ряда важных признаков, таких как наличие достаточно мощного экономического центра, выполняющего роль организующего хозяйственного ядра территории, наличие устойчивой системы внутренних экономических и транспортных связей, территория республики разделена на шесть экономических районов, а именно: Араратский, Ширакский, Лорийский, Агстевский, Севанский и Сюникский (рис. 1). В составе Армянской ССР входят 37 административных районов с 22 городами республиканского подчинения, 5 городами районного подчинения, 31 поселками городского типа и 921 сельскими населенными пунктами.

Население республики на начало 1986 г. составило 3361,7 тыс. человек, в том числе 2281,1 тыс. (67,9%) городского и 1080,6 тыс. (32,1%) сельского населения. Из всего городского населения больше половины (1148,3 тыс. человек) проживает в г. Ереване, около 18,0% (393,9 тыс. чел.) проживает в двух средних городах (Ленинакан и Кировакан). Средняя плотность населения около 113 человек на 1 км², которая уступает по величине только Молдавской ССР. Плотность населения в республике уже сейчас в 9 раз выше, чем в среднем по СССР, а к 2000 г. по этому показателю—а особенно в Араратской долине—приблизится к наиболее густонаселенным странам мира.

Население Армянской ССР составило в 1985 г. 1,23% населения страны против 1,03% в 1970 г. Среднегодовая численность населения республики возросла за пятнадцатилетие (1971—1985 гг.) на 35,1%. К концу столетия 3/4 жителей республики станут горожанами. В отличие от прошлых десятилетий, когда из всех городских поселений наиболее быстро росли Ереван, Ленинакан и Кировакан, в последующее время ожидается ускорение роста малых и средних городов, имеющих сейчас население в 20—100 тыс. человек, таких как Раздан, Абовян, Чаренцаван и др.

Благоустройство жилого фонда довольно высокое. На одного городского жителя приходится 10,4 м² жилой площади, а 87% его обеспечено централизованным теплоснабжением. Благоустройство жилого фонда сельских населенных пунктов неудовлетворительно.

Армянская ССР имеет современную многоотраслевую про-



Рис. 1. Гидрографическая сеть и экономические районы Армянской ССР.

мышленность. За годы советской власти в республике построено 656 крупных промышленных предприятий, в том числе 156 предприятий машиностроения и металлообработки. Развитие промышленности Армянской ССР базируется на минеральных богатствах республики, энергетических ресурсах и переработке сельскохозяйственного сырья. В республике высокого уровня развития достигли химическая и металлургическая промышленность, машиностроение и приборостроение, промышленность строительных материалов, а также легкая и пищевая промышленность.

В последние годы разворачиваются и вовлекаются в хозяйственный оборот новые природные ресурсы, создаются крупные мощности по производству ряда новых важнейших видов продукции, что обеспечивает рост производственного и научно-техниче-

ского потенциала, выполнения широкой программы социального развития республики. Основные фонды промышленности на конец 1985 г. составили более 6 млрд. руб., что в 3,1 раза больше, чем в 1970 г., численность промышленно-производственного персонала составила 438,2 тыс. человек против 272,6 тыс. человек в 1970 г., т. е. увеличилась в 1,6 раза.

За последние пятнадцать лет в республике произошли ощутимые изменения в отраслевой структуре промышленного производства, отвечающие современным требованиям научно-технического прогресса. Уже в 1976 г. по удельному весу выпуска продукции в промышленности республики на первое место вышло машиностроение (24%). Если в 1970 г. продукция этой отрасли составила 15% от всей продукции промышленности, то в 1985 г. она составила 29%. В 1985 г. отрасли, характеризующие технический прогресс (машиностроение, электроэнергетика, химическая промышленность), выпускали вместе взятые более 40% всей промышленной продукции, против 31% в 1970 г.

В обозримой перспективе объем валовой продукции возрастает более чем в 3 раза, при этом опережающими темпами будет развиваться машиностроение.

По удельному весу как в валовой продукции промышленности, так и по удельному размеру промышленной продукции на душу населения, первое место в республике занимает Араратский экономический район, а последнее—Агстевский, который по численности и территории является самым небольшим. В перспективе доля Араратского экономического района в производстве национального дохода республики снизится (в первую очередь за счет снижения доли г. Еревана), возрастает доля Сюникского, Севанского и Ширакского экономических районов.

Развитие экономики республики требует надежной энергетической базы и всего топливно-энергетического комплекса, которое происходило в условиях почти полного отсутствия собственных видов топлива. В связи с этим огромную роль в развитии промышленности, в особенности ее энергоемких отраслей, сыграли дешевые гидроэнергетические ресурсы оз. Севан. Удельный вес Севан-Разданского каскада ГЭС в общем балансе электроэнергии республики до 1965 г. составил свыше 90%.

В 1970 г. установленная мощность всех электростанций была 1707 тыс. кВт, из коих 778 тыс. кВт (около 45%) приходилось на долю гидроэлектростанций. Потребность республики в электроэнергии составила 6744 млн. кВтч при выработке 6108 млн. кВтч, т. е. дефицит составлял около 640 млн. кВтч, который покрывался электроэнергией из объединенной Закавказской энергосистемы.

Благодаря вводу в действие в 1976 г. первого и в 1979 г. второго блока Армянской АЭС республиканская энергосистема в

1980 г. была избыточна по мощности и выработке электроэнергии. Доля ее в электропотреблении и производстве в ОЭС Закавказья составила 32%.

В марте 1989 г. полностью прекращена работа Армянской АЭС. Она была построена 12 лет назад. За это время неоднократно ужесточились требования по безопасности. По многим параметрам она не отвечала современным нормам и требованиям, поэтому еще до землетрясения намечалась остановка первого блока в 1990 г., второго — в 1991 г. Землетрясение в декабре 1988 г. ускорило решение вопроса, имеющего исключительно важное значение для всего армянского народа.

Как же будет проходить нормальное электроснабжение республики при уже существующем недостатке энерго мощностей в закавказском регионе? Это одна из важнейших народнохозяйственных задач ближайших лет.

Учитывая исключительно тяжелые условия в топливно-энергетическом балансе республики, дальнейшее наращивание энергетических мощностей должно идти по пути строительства новых гидроэлектростанций на малых реках, расширения действующих и строительства новых ТЭЦ.

В связи с этим хотелось бы более подробно остановиться на вопросе использования гидроэнергоресурсов малых рек Армянской ССР.

Интерес к малым ГЭС растет во всем мире. Так, если в США в середине 70-х годов было подано всего 12 заявок на строительство малых ГЭС, то в течение ближайших двадцати лет в этой стране предполагается построить от трех до шести тысяч таких гидро станций на небольших реках. По расчетам американских специалистов общая мощность малых ГЭС в США достигнет к 2020 году 50 млн. кВт, что позволит ежегодно экономить около 65 млн. тонн жидкого топлива*.

Быстро развивается «Малая энергетика» в странах Азии, Западной Европы. В Японии действуют 1300 малых ГЭС, в Италии — около 1200, в Швеции — 1200, во Франции — 1100, в Австрии — 950, в ФРГ — 880, в Норвегии — около 500. Везде в последние годы строятся новые станции, реконструируются и расконсервируются имеющиеся ГЭС.

Развивается малая энергетика в ЧССР, Китае. В ЧССР, например, малые ГЭС будут построены практически на всех небольших и малых реках, т. е. большая часть гидропотенциала сосредоточена именно в них. В Китае построено около 90 тыс. малых ГЭС общей мощностью 6,3 млн. кВт с годовой выработкой 11 млрд. кВтч электроэнергии, удовлетворяя потребности сельского хозяйства страны более чем на треть.

* Газета «Коммунист», 3 сентября 1987 г.

И в нашей стране идут исследования, разрабатываются планы восстановления ряда старых, строительства новых малых ГЭС.

Строительство малых ГЭС в отдаленных, труднодоступных районах имеет не только прямую, но и косвенную выгоду—экономится большое количество топлива, сокращаются транспортные расходы. Малые ГЭС с их очень небольшими водохранилищами, в отличие от ТЭЦ и АЭС, а также ГЭС с крупными водохранилищами, оказывают минимальное экологическое влияние на окружающую среду, качество воды, климат. Водохранилища малых ГЭС можно использовать для многих целей: разведения рыбы, организации отдыха трудящихся, развития водных видов спорта и пр. Малые ГЭС, кроме основного своего назначения: экономии топлива,—участвуют в покрытии пиковых мощностей графика энергопотребления, повышают надежность и качество энергии. Все это настолько важно, что требует к себе должного внимания.

Сейчас в нашей стране действуют около 340 малых ГЭС, из них 260—в системе Минэнерго. На их долю приходится всего 1% суммарной мощности всех ГЭС, 80—в системе сельского хозяйства, они вырабатывают менее 0,01% энергии, потребляемой колхозами и совхозами. За последние пятнадцать лет в нашей стране построено всего лишь две малые гидростанции.

Основной неиспользованный гидроэнергетический потенциал многих районов нашей страны, особенно горных (в том числе и Армянской ССР) приходится на малые реки. Так, по данным института «Гидропроект» им. С. Я. Жука из валового гидроэнергетического потенциала европейской части страны, оцениваемого в 690 миллиардов кВтч электроэнергии в год, 320 миллиардов (почти половина) приходится на малые ГЭС*.

Из выявленных ориентировочных гидроэнергетических ресурсов Армянской ССР 1400 тыс. кВт более 55 процентов приходится на малые ГЭС. По некоторым расчетам к 2010 году можно в республике построить около 110 водохранилищ на малых реках с общим объемом воды около 0,6 кубических километра. На всех этих водохранилищах необходимо предусмотреть и здания гидростанций. Потенциал этих водохранилищ весьма значителен, их энергетическое освоение означало бы серьезную добавку в общее производство электроэнергии республики.

Теплоснабжение (пар, горячее водоснабжение) промышленных предприятий и жилищно-коммунального сектора осуществляется в настоящее время в основном на базе промышленно-производственных и отопительных котельных, частично от ТЭЦ. Отпуск тепла всем группам потребителей осуществляется и в дальнейшем будет осуществляться путем централизованного тепло-

* Газета «Коммунист», 3 сентября 1987 г.

снабжения с развитием тепловых сетей на базе районных котельных, тепловых электростанций. Эти мероприятия призваны сэкономить значительные теплоресурсы и уменьшить объемы выбросов вредных веществ в окружающую природную среду.

Анализ показывает, что основными профилирующими видами топлива в настоящее время являются его привозные виды: природный газ (около 67%), и топочный мазут (около 28%). В тепловом бассейне республики уголь составляет около 4%, а другие виды топлива—1%. В 1985 г. в целом по республике было израсходовано около 1980 тыс. т светлых нефтепродуктов, в том числе в промышленности—15%, в строительстве—12%, в сельском хозяйстве—19%, на транспорте—40%, в жилищно-коммунальном хозяйстве—11% и в прочих отраслях народного хозяйства—3%. Главными видами топлива здесь являлись бензин и дизельное топливо.

В перспективе значительно возрастет теплопотребление. Так, в 2000 г. по сравнению с 1985 г. потребность в теплоэнергии увеличится в 3 раза, что потребует наращивания теплоэнергетических мощностей. Это повлечет за собой и увеличение количества воды, используемой для этой цели.

В сфере материального производства особое место занимает сельское хозяйство. Вертикальная поясность климата предопределяет условия развития сельского хозяйства республики. В засушливых низменных районах, где развито орошаемое земледелие, повышается удельный вес растениеводства. Животноводство развито во всех районах.

В структуре посевных площадей преобладают кормовые культуры (около 52% всех посевных площадей), второе место занимают зерновые (36%), далее идут овоще-бахчевые (5%), картофель (4%), технические культуры (3%).

Из общей площади земель республики примерно 47% или 1387 тыс. га составляют сельскохозяйственные угодья, что составляет 0,23% сельхозугодий СССР. Пашни занимают 35%, многолетние насаждения—6%, а естественные кормовые угодья—59%.

Земельный фонд республики характеризуется рядом специфических особенностей. Прежде всего он отличается вертикальной поясностью, а используемые в сельском хозяйстве угодья—раздробленностью и мелкоконтурностью участков, в большей части размещенных на склонах различной крутизны, зачастую подверженных эрозии.

Пашня республики площадью 482,9 тыс. га состоит примерно из 140 тыс. участков. Из них 18% участки площадью менее 2 га и 29%—от 2 до 3 га.

Более 50% территории республики в различной степени эродировано, фактически третья часть пашни или примерно 130 тыс.

га эродированы, причем в Сюникском и Агстевском экономических районах—свыше 60%. В то же время в Араратском экономическом районе эрозии подвергнуто только 5% пашни. В республике эродировано также примерно 7,5% площади многолетних насаждений и значительные территории природных кормовых угодий. Большие площади сельскохозяйственных угодий республики каменисты. Камнями засорено около 30% пашни, 27% садов и виноградников, 54% природных кормовых угодий.

Наряду с указанными особенностями, республика отличается малоземельем. В расчете на одного человека приходится 0,45 га сельхозугодий, в том числе 0,14 га пашни против соответственно 2,27 и 0,85 в среднем по СССР. Все это оказывает специфическое влияние на характер использования земельных ресурсов и в известной мере определяет направление развития сельского хозяйства и, следовательно, агропромышленного комплекса. В связи с этим особо важное значение приобретает задача более полного и рационального использования земельных ресурсов республики. Большую территорию занимают несельскохозяйственные отрасли народного хозяйства: транспорт, промышленность, население и прочие несельскохозяйственные предприятия, организации и учреждения. В 1985 г. их территория составляла 139,2 тыс. га, или 4,6% общей территории республики. Крупными землепользователями являются лесное и водное хозяйства. Площадь земель гослесхоза составляет 396,6 тыс. га или 13,3% общей территории, а водного фонда—140,9 тыс. га, или 4,6%. Из них 123,7 тыс. га занимает оз. Севан, а 17,2 тыс. га—водохранилища, оросительная сеть и другие водохозяйственные объекты.

Валовая продукция сельского хозяйства республики с 1940 по 1985 гг. увеличилась в 3,6 раза, в том числе продукция растениеводства в 2,1 раза, животноводства—почти в 4,1 раза. Отраслями союзной специализации сельского хозяйства Армянской ССР являются виноградарство, плодоводство, овощеводство, табаководство и производство других технических культур. В развитии сельского хозяйства в республике большое значение имеет орошение. Доля валовой продукции орошаемого земледелия (в стоимостном выражении) по отношению ко всей сельскохозяйственной продукции составляет 64,5%, в том числе, в растениеводстве 71,5%, в животноводстве—44,2%. Основой повышения рентабельности сельского хозяйства в современных условиях для всех районов республики может послужить только широкое развитие орошаемого земледелия с четко выраженной специализацией по отдельным зонам (о развитии сельскохозяйственных водных мелиораций более подробно см. в главе 3).

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ АРМЯНСКОЙ ССР

2.1. Физико-географические условия формирования водных ресурсов

Рельеф. Армянская ССР является горной страной, расположенной в пределах Малого Кавказа и занимающей небольшую северо-восточную часть обширного Армянского нагорья. Территория республики протягивается в направлении с северо-запада на юго-восток на 360 км и занимает 29,8 тыс. км², что составляет 0,13% территории СССР и 0,02% всей суши Земного шара. Около 4,5% территории республики занято водами оз. Севан и другими водоемами.

Армянская ССР отличается исключительным разнообразием природных условий. Небольшая по территории республика имеет 22 географические, 8 гидрологических, 10 климатических, 17 почвенных, 24 растительные зоны. Советская Армения самая гористая из республик Закавказья. Средняя высота ее территории достигает 1800 м над уровнем моря. Высшая отметка республики—4095 м (г. Арагац), низшая—390 м (Мегринское ущелье). Примерно 70% территории расположено на высотах 1500—3000 м и лишь 0,3% имеют высоту менее 500 м. В орографии Армянской ССР выделяются три крупные формы рельефа: 1) складчатые и складчато-глыбовые хребты, 2) вулканические нагорья и 3) межгорные котловины (рис. 2). Складчатыми и складчато-глыбовыми хребтами занято около 14 тыс. км² (северо-восточные и юго-восточные периферийные территории), вулканическими нагорьями—11 тыс. км², а донными равнинными частями межгорных котловин—3,5 тыс. км² [26].

Сложный горный рельеф Армянской ССР обязан своим происхождением в основном усиленной тектонической деятельности. Большое значение в формировании рельефа играет также литологопетрографический состав пород. Большинство хребтов, сложенных породами пестрого литологического состава, значительно подвергались денудации и имеют сильно расчлененный рельеф. Очень велика роль эрозионной деятельности рек, временных водотоков и других экзогенных агетитов (главным образом физическое и химическое выветривание и т. д.). Результатом эрозионной деятельности являются глубокие ущелья и каньоны, в том числе рек Дебед, Ахурян, Раздан, Арпа, Воротан и многих других. В некоторых районах республики хорошо сохранились следы деятельности древних ледников. В высокогорных областях происходят

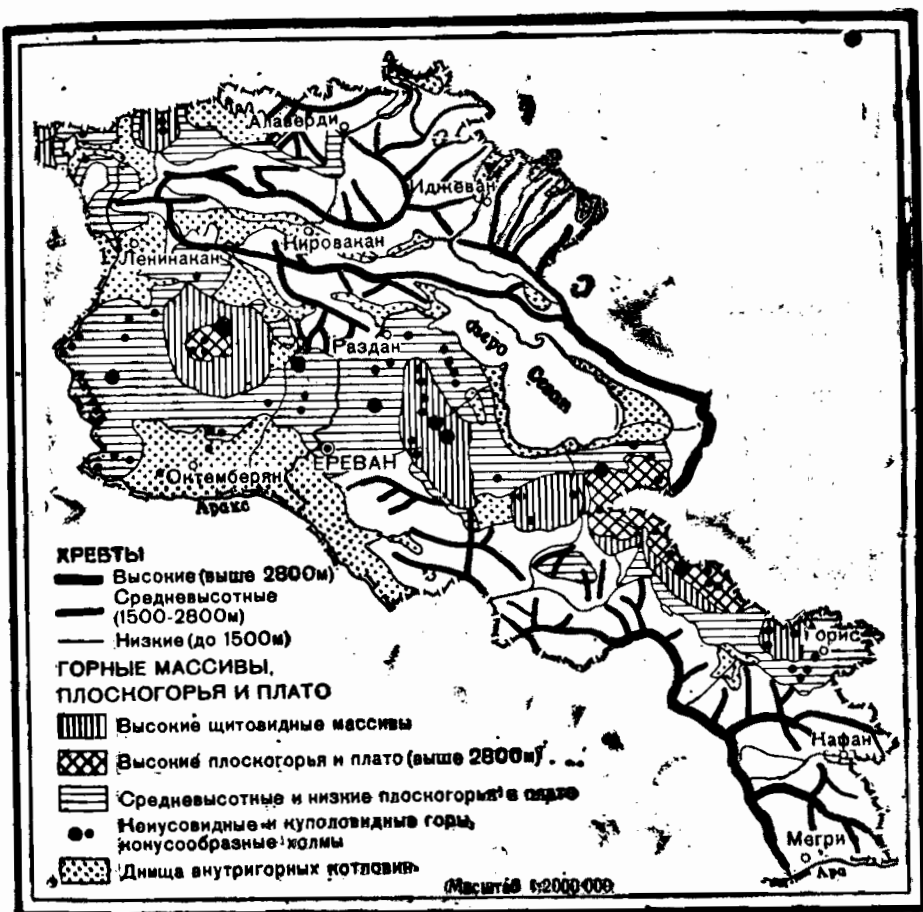


Рис. 2. Орографическая схема Армянской ССР.

процессы морозного и снежного выветривания и инсоляции, встречаются по склонам гор каменные россыпи (чингили).

Таким образом, современный рельеф территории Армянской ССР является результатом многовекового действия противоположных сил: эндогенных, создающих первичные типы рельефа, и экзогенных, направленных на его нивелирование, выравнивание.

Рельеф территории республики представляет хаотические нагромождения горных хребтов, узких речных долин и обширных высокогорных котловин, небольших аллювиальных равнин и лавовых плато. Такое своеобразие орографического строения оказывает чрезвычайно большое влияние на природные условия республики в целом, в том числе и на речной сток.

Армянская ССР является типично-континентальной страной, что обусловлено значительным удалением от морей, соседством мощных хребтов-барьеров Большого Кавказа и континентальных плоскогорий Ирана и Малой Азии, значительной приподнятостью территории, сложной орографией, сильной пересеченностью рельефа, сложным литологическим составом слагающих пород. Результатом такого сочетания природных условий является четко выраженная вертикальная поясность всех компонентов природной среды, большая контрастность и пестрота, засушливость территории и маловодность рек, их большой энергетический потенциал.

Геологическое строение. Вулканогенные отложения играют важную роль в геологическом строении Армянской ССР. Вулканизм наложил своеобразный отпечаток на всю природу республики. Новейшие излияния лав, сопровождаемые туфами и вулканическими брекчиями, почти повсюду распространены на нагорьях Армении, где насчитывается более 200 центров эруптивной деятельности. Кроме лав, на нагорьях Армении широко распространены туфовые поля, полигенные вулканы с центральными кратерами, эндузивные купола и многочисленные кратерные шлаковые конусы.

Территория Армянской ССР характеризуется большим разнообразием геолого-гидрогеологических условий. Здесь представлена почти без перерывов вся стратиграфическая колонна от древнейших докембрийских до самых молодых четвертичных отложений. Вулканические породы способствуют впитыванию атмосферных осадков вглубь, а сильно расчлененные горные хребты — интенсивному дренированию подземных вод, которые в дальнейшем аккумулируются в речных долинах и межгорных прогибах.

Климатические условия. Главнейшей особенностью климатических условий Армянской ССР является их многообразие, обусловленное сложным сочетанием климатообразующих факторов. На сравнительно небольшой территории республики можно встретить почти все типы климата от сухого субтропического до холодного горно-тундрового, проследить переход от палящей, сухой и знойной пустыни до вечных снегов и каровых ледников высокогорных хребтов.

А. Б. Багдасарян [6], исследуя климат Армянской ССР, установил наличие высотной поясности и выделил шесть следующих климатических поясов:

1) Пояс сухого субтропического климата, располагающийся в пределах абсолютных отметок от 700 до 800 м в северных районах республики и от 900 до 1000 м в юго-восточных районах. Годовая сумма осадков доходит здесь до 350 мм. Зима мягкая, без устойчивого снежного покрова. Весна теплая, непродолжительная. Лето жаркое, знойное. Осень продолжительная, теплая и сухая.

2) Пояс сухого континентального климата, располагающийся в низменной части среднеараксинской впадины до абсолютных отметок 1000—1300 м, отличается от первого пояса сравнительно холодной зимой и меньшим количеством осадков (около 300 мм).

3) Пояс умеренно-сухого климата, приуроченный к зоне предгорий. Характерен для сухих степей северо-восточных районов Армении с отметками 900 м и предгорий Араратской котловины с отметками 1500 м. Зима мягкая, в предгорьях холодная. Лето жаркое, осень теплая. Количество осадков доходит до 400—600 мм в год.

4) Пояс умеренно-холодного климата. Характерен для лесных и горных районов, располагающихся в пределах 1500—2300 м. Зима более продолжительная, преобладают морозные дни. Весна также продолжительная, влажная. Лето умеренное. Осень прохладная. Годовая сумма осадков составляет 600—700 мм.

5) Пояс холодного горного климата, охватывающего вулканические нагорья Армении с горно-степным ландшафтом в пределах высот 2300—3500 м. Зима продолжительная, холодная, с мощным и устойчивым снежным покровом. Весна также продолжительная, дождливая. Лето и осень прохладные. Годовое количество осадков 700—800 мм.

6) Климат нагорных тундр, характерных для высот более 3500 м, где развит горно-тундровый ландшафт, переходящий на вершинах Арагаца, Капуджуха и других массивов в зону вечных снегов. Климат здесь суровый. Зима и осень продолжительные, а лето короткое и холодное. Осадки выпадают преимущественно в виде снега. Годовая их сумма 700 мм и более.

Ход температуры воздуха в Армении преимущественно континентальный: значительны суточные и годовые амплитуды, зима холодная, лето жаркое. Средняя годовая температура колеблется от $14,3^{\circ}$ (Мегри) до $2,2^{\circ}$ (Шурабад). Отрицательная средняя годовая температура наблюдается в районах, расположенных выше 2800—3000 м над уровнем моря. Разница крайних абсолютных температур достигает 88° ($+42^{\circ}\text{C}$ на ст. Арарат и -46°C на ст. Шурабад).

Распределение средних годовых температур воздуха по территории республики приведено на рис. 3.

Влажность воздуха—один из элементов, характеризующих увлажнение атмосферы и литосферы данного района. Меняется она в течение года в широких пределах. Наибольшая годовая относительная влажность воздуха (75—80%) отмечается на северо-западе и северо-востоке Армянской ССР, наименьшая (50—60%)—в Араратской долине. Максимум относительной влажности в горных районах большей частью наблюдается в период наибольшего выпадения осадков, т. е. весной и осенью, а в долинах рек Аракс и



Рис. 3. Карта средних годовых температур воздуха [6].

Арпа—в основном зимой. Наибольшая продолжительность безморозного периода имеет место в Мегри (263 дня), наименьшая—на г. Арагац (60 дней).

Территория Армянской ССР богата солнечной энергией. Благоприятным условием для большого притока лучистой энергии на ее территорию является географическое расположение на юге СССР и большие высоты. Благодаря этому средние годовые значения продолжительности солнечного сияния доходят до 2800 часов (Приараксинская низменность, Севанский бассейн). Этот показатель такой же, как и в районе г. Термеза (Средняя Азия) и г. Александрия (Египет). Наибольшее значение солнечного сия-

ния (около 3000 часов/год) имеет место в среднегорных районах лесного пояса.

В годовом ходе наибольшая продолжительность солнечного сияния отмечается в теплое время года в июле—августе, минимальная—зимой. Атмосферные осадки являются одним из важнейших элементов климата и основной составляющей водного баланса суши. Речной сток обязан своим формированием, в первую очередь, атмосферным осадкам, поэтому представляется целесообразным вкратце остановиться на основных закономерностях их распределения по территории, внутригодового распределения, изменения по высотным поясам и т. д. Эти вопросы более подробно освещены в работе [4]. Распределение осадков по территории республики отличается большим разнообразием. Это обусловлено исключительно большим количеством факторов, которые воздействуют на формирование и выпадение осадков в горных условиях. В целом Армянская ССР отличается засушливостью. За год в среднем здесь выпадает 620 мм осадков. Наибольшее среднегодовое количество осадков—1000 мм наблюдается в небольших привершинных районах горных хребтов (г. Арагац, Джавахетский хребет), минимальное —200 мм приходится на Араратскую долину и Мегринский район. Распределение осадков по территории неравномерно: 800 мм и более приходится на 2% площади от общей территории Армянской ССР, 700-800 мм—на 9%, 600-700 мм—на 17%, 500-600 мм—на 35%, 400-500 мм—на 29%, 300-400 мм—на 3% и 200-300 мм—на 6%. Таким образом, основная часть территории—более 60%—получает менее 600 мм, а 20%—менее 400 мм осадков.

Как видно из рис. 4, распределение атмосферных осадков на территории республики в основном соответствует характеру орографии, т. е. увеличивается с повышением местности. В предгорьях Араратской долины и на Ширакском плато до высоты 1500 м количество осадков составляет 400-450 мм. На остальной территории на этих высотах выпадает 600-650 мм осадков. Меньше всего осадков (400-500 мм) выпадает на высотах 1500-2000 м (на Ленинанканском плато, побережье оз. Севан и по среднему течению р. Воротан). На остальной территории на этих высотах выпадает 500-700 мм осадков. Такое же количество осадков наблюдается и в поясе высот от 2000 до 2500 мм.

В годовом ходе осадков максимум месячных сумм почти на всей территории республики отмечается в мае—июне (до 10—15% годового количества), осенью наблюдается второй максимум, который значительно ниже весеннего (до 5—10%). Минимальное количество осадков в равнинных районах выпадает в июле—августе, на остальной территории—в холодное время года. Минимальное месячное количество осадков составляет 4—6% от годо-

ляет в среднем 3 дня на каждые 100 м поднятия. Сход снежного покрова с увеличением высоты местности наступает в более поздние сроки. Так, в интервале высот от 3200 м до 1200 м снежный покров сходит соответственно в конце июня и марта, т. е. в течение 3-х месяцев. Средний градиент даты схода снежного покрова составляет около 4-х дней на каждые 100 м поднятия. Число дней со снежным покровом изменяется по территории республики (в зависимости от высоты местности) от 250 до 60 дней. В течение зимы высота снежного покрова постепенно увеличивается, достигая максимального значения к началу марта. Наибольшая высота снежного покрова за зиму составляет: на южных склонах г. Арагац—более 2-х метров, на склонах Памбакского и Варденисского хребтов—50—60 см, в верховьях рек Дзорагет и Агстев, на Ширакском плато и в бассейне оз. Севан—от 20 до 30 см. В низменных районах республики (ниже 1000 м) высота снежного покрова за зиму не превышает 10 см. Запас в снежном покрове колеблется по территории республики от 20 до 780 мм.

Сложное смещение общециркуляционных факторов (расчлененный рельеф, большие термические градиенты, общая циркуляция атмосферы и пр.) создает резко выраженную пестроту ветрового режима как в сезонном и суточном разрезе, так и в территориальном. Средняя годовая скорость ветра распределена крайне неравномерно и колеблется от 1,0 м/сек (Кафан) до 8 м/сек (Сисианский перевал). Максимальная скорость ветра достигает до 40 м/сек, а для большинства районов характерны довольно часто повторяющиеся сильные ветры (15 м/сек и более).

Испаряемость территории Армянской ССР значительно превышает над осадками, вызывая большой дефицит влажности. Например, испаряемость в Араратской долине оценивается около 1400 мм, что в 6—7 раз превышает выпадающие осадки.

Почва и растительность Армении находятся в тесной взаимосвязи. Их комплексы образуют природные пояса, сменяющие друг друга от низин к вершинам гор. Благодаря большой разнице высот (от 400 до 4000 м над уровнем моря), на территории Армянской ССР наблюдаются почти все природные зоны СССР от среднеазиатских пустынь до заполярных тундр. На основании исследований ряда авторов [94, 76] на территории Армянской ССР можно выделить следующие почвенно-растительные зоны:

1. Пустынная зона, охватывающая долину р. Аракс (до высоты 900 м) с бурными, серобурыми каменистыми почвами. В этой зоне развито сельскохозяйственное производство на орошаемых землях. Растительность здесь сухолюбива, преобладают виды, развивающиеся на засоленных почвах: солянка, солерос, сарсазан и др.

2. Полупустынная зона, простирающаяся в предгорных рай-

онах Араратской долины (до 1400 м) и охватывающая Октемберянское и Егвардское плато. Здесь встречаются бурые и карбоновые почвы. Преобладает фригоноидная растительность. Культивируются сады и виноградники.

3. Зона горных степей распространяется до 2500 м в южных районах Армении и до 2000 м—в северных. Здесь выделяются две подзоны.

В нижней предгорной полосе степи сухие. Здесь преобладают сухолюбивые злаки—костер, типчак, пырей и тимьяк. На западных предгорьях Гегамского хребта и Зангезура располагаются степи, где преобладают астрагал, акантолимон. Местами встречаются леса из можжевельника.

В сухих степях распространены каштановые почвы, выше простираются черноземные степи. Черноземы, развитые на молодых вулканических плато и средних склонах гор, занимают более половины территории республики. По содержанию перегнойных веществ они напоминают черноземные русские степи. Наиболее развиты на черноземных землях ковыль, типчак, мятлик и разные двудольные травы. Несколько выше, в более влажных местах (Лорийское плато), развиты луговые степи.

4. Зона горных лесов распространена в северо-восточной части республики, где они покрывают 28—30% территории, занимая крутые склоны многочисленных хребтов и ущелий. Верхняя граница леса доходит здесь до высоты 1900—2000 м над уровнем моря. Благодаря влажному климату, здесь в нижнем поясе сформировались лесные почвы, а в верхнем—бурые лесные. В лесах преобладает бук с островками дуба. В центральной части республики лес распространен на склонах Цахкуняцкого хребта, в южной—в Зангезуре. В остальной части республики лесов почти нет. Лишь небольшими островками они встречаются на восточных склонах Арагаца и юго-западных отрогах Гегамского хребта.

5. Зона альпийских лугов охватывает горные массивы и плато, лежащие выше 2000 м над уровнем моря в Северной Армении и 2500 м в Центральной и Южной Армении. Нижняя полоса этой зоны занята горнолуговыми черноземовидными почвами, покрытыми субальпийской растительностью. Выше 2800—2900 м простирается пояс альпийской растительности. Здесь на ровных местах и на пологих склонах образовались горнолуговые почвы. Выше лежат дерноволуговые почвы.

6. Горно-гундровая зона приурочена к высокогорным гребням и вершинам выше 3500 м. В условиях сурового климата здесь образуются примитивные почвы с редкой подушкообразной растительностью. На северных склонах вершин снег держится круглогодично, а на вершинах Арагаца встречаются небольшие ледники.

По мере повышения местности водопроницаемость и влагоемкость почвы увеличиваются. Черноземы обладают значительной водопроницаемостью, но уступают водопроницаемости луговых почв. Карбонатные черноземы, встречающиеся в предгорных районах, обладают меньшей водопроницаемостью и водонасыщенностью, чем выщелочные черноземы, распространенные на более высоких отметках.

В лесных районах почвы в основном слабо проницаемы, вследствие чего атмосферные осадки не проникают глубоко и выходят на поверхность в виде временных родников. В Северной Армении выше лесной зоны вследствие слабой проницаемости почв встречаются крупные родники.

2.2. Гидрографические особенности рек

Речной сток Армении принадлежит двум бассейнам: Куры и Аракса. В бассейн Куры входят реки Дебет, Агстев, Ахум, Тавуш, Ахинджа и более мелкие речки (рис. 1).

В бассейн р. Аракс входят ее левые притоки: Ахурян, Севджур-Касах, бассейн оз. Севан, Раздан, Азат, Веди, Арпа, Мегригет, Вохчи и Воротан*.

Реки Памбак—Дебед. Река Памбак—один из основных притоков р. Дебед—берет начало у Джаджурского гоннеля железной дороги и сливается с р. Дзорагет у станции Туманян.

Река Дебед образуется от слияния двух главных притоков: Памбак и Дзорагет. Она является самой многоводной рекой республики и единственным водисточником для Спитакского, Гугаркского, Калининского, Туманянского и Ноемберянского административных районов. На берегу реки расположен 21 населенный пункт, в том числе города Спитак, Кировакан, Алаверди.

Река Агстев берет начало на северном склоне Памбакского хребта между вершинами Теж-Ахмед (3105 м) и Хахоллы (2976 м) и впадает в р. Куру на расстоянии 788 км от ее устья. В 5 км от станции Куйбышев р. Агстев принимает справа самый крупный из притоков—р. Гетик, протекающей в глубоком ущелье между хребтами Шах-Даг и Мургуз.

Река Ахурян является одним из самых значительных притоков Аракса. Она берет начало из озера Арпилич и впадает в р. Аракс.

В верховьях река протекает по территории Армянской ССР, а в среднем и нижнем течении, после впадения притока р. Караханчай до самого устья она является пограничной между СССР и Турцией.

* Правые притоки расположены на территории Турции.

Реки Касах—Севджур. Река Касах берет начало на северных склонах горы Арагац и впадает в р. Севджур. От истоков своих до с. Кучак река течет на север, затем постепенно поворачивает к востоку, а затем, приняв слева Корджур, круто поворачивает на юг и течет в этом направлении до впадения в р. Севджур. Река течет по обширной аллювиальной равнине с небольшими углублениями русла, и приближаясь к Севджуру, дробится на рукава. Летом воды Касаха целиком идут на орошение и ниже с. Ошакан река фактически пересыхает. Река Севджур берет начало из мощного родника у с. Кулибекли и течет в очень низких берегах, местами сильно заросших тростниками. Бассейн расположен на склонах г. Арагац и на Арагатской равнине.

Река Раздан берет начало из озера Севан и впадает в р. Аракс. В бассейне реки размещено около 70% промышленных и коммунально-бытовых предприятий республики. Это предприятия городов Севан, Раздан, Чаренцаван, Абовян, Ереван, курортов Анкаван, Цахкадзор, Арзни, а также большое количество рабочих поселков, пионерских лагерей и других населенных пунктов.

Реки бассейна оз. Севан протекают в узких горных долинах и выходят на равнину близ своих устьев. Лишь реки Гаварагет, Мартуни и Масрик перед впадением в озеро пересекают равнины, сложенные озерно-речными пролювиально-аллювиальными отложениями. В озеро впадают 28 рек и ручьев, а вытекает только одна река Раздан.

Река Арпа берет начало в северной части Карабахского нагорья и течет на юго-запад в каменистом овраге по горной луговой равнине. У курорта Джермук входит в глубокую лесистую теснину. Русло реки завалено камнями. Бассейн реки граничит с севера с бассейном оз. Севан, с востока—бассейном р. Воротан, а с юга—водоразделом служит Айоцдзорский хребет.

Река Вохчи берет начало на восточных склонах Зангезурского хребта и впадает в р. Аракс. Она протекает по ущелью, суживающемуся местами до приближения к характеру каньона, а местами расширяющемуся до 1 км.

Река Воротан берет начало в средней части Карабахского нагорья из озера Зальхагель (Азербайджанская ССР) и впадает в р. Аракс в 228 км от устья. В верховьях р. Воротан протекает по плоскогорью, в глубоком каменистом ложе. Ниже с. Сисиан она входит в глубокое ущелье, достигающее местами глубин 500—600 м.

Особенности строения гидрографической сети на территории Армянской ССР в значительной степени обусловлены устройством ее поверхности. Гидрографическая сеть наиболее развита в высокогорной зоне. В верхнем и среднем течении реки имеют характер бурных потоков и обычно текут в узких, глубоких ущельях, иног-

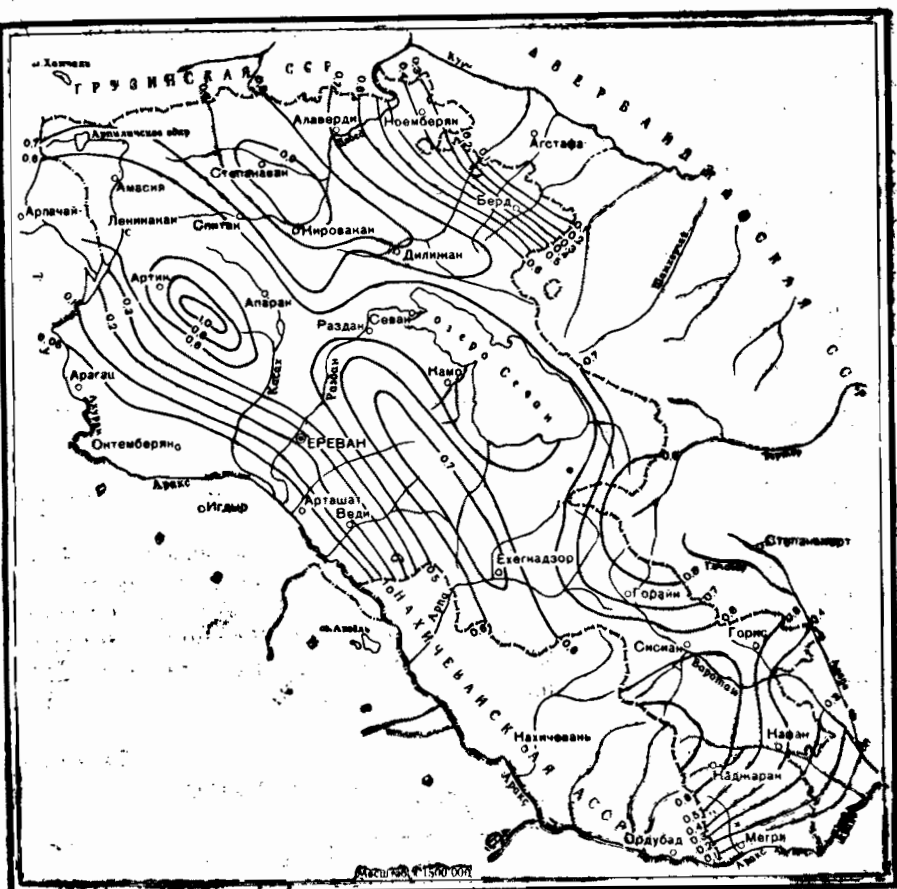


Рис. 5. Густота речной сети на территории Армянской ССР.

да в теснинах шириной в несколько метров и каньонах глубиной до 500 м. Наряду с постоянной речной сетью, здесь много периодически действующих водотоков (логов и суходолов), которые оживают только во время обильного снеготаяния и ливней. Низменные районы республики бедны реками, что обусловлено, в основном, сухостью климата.

Территория Армянской ССР покрыта довольно густой сетью рек и речек. В республике, как видно из табл. 4, больше 330 рек длиной в 10 и более километров. Однако, многие реки не имеют постоянного стока и летом пересыхают. Основу гидрографической сети составляют малые реки длиной менее 10 км (97,4% общего количества водотоков и 68,3% суммарной их длины).

Густота речной сети, определенная автором по крупномасштабным картам, составляет в среднем $0,60 \text{ км/км}^2$, причем на низменности она менее $0,3$ (в долине р. Аракс она падает до нуля), а в горах от $0,5$ до 1 км и более на 1 км^2 . Северные районы республики (рр. Памбак, Дзорагет, Агстев) имеют значительно большую густоту речной сети (порядка $0,70\text{—}0,75 \text{ км/км}^2$), чем реки бассейна Аракса (порядка $0,40\text{—}0,45 \text{ км/км}^2$). По мере повышения местности густота речной сети возрастает, достигая наибольшей величины на высотах $2500\text{—}3000 \text{ м}$, а затем вновь уменьшается до нулевых значений на высоте $3500\text{—}4000 \text{ м}$ (рис. 5). Овражно-балочная сеть очень велика, густота ее составляет в среднем $2,0\text{—}2,5 \text{ км}$ на 1 км^2 .

Все реки бассейна Аракса имеют ряд общих особенностей, отличающих их от рек соседних областей. В верховьях и частично в среднем течении они текут в глубоких узких ущельях, сложенных вулканическими породами четвертичного возраста. В нижнем течении они выходят из глубоких ущелий и текут по широким долинам, сложенным аллювиальным и, в меньшей мере, озерными отложениями.

Средние высоты водосборов рек республики изменяются от 1400 до 3100 м . Озерность и заболоченность речных бассейнов почти отсутствуют. Лесистость на реках бассейна Аракса незначительна (только в верховьях рек Далар, Веди, Мегригет, Норашеник она достигает $25\text{—}30\%$). На северных реках (Памбак, Дзорагет, Агстев) лесистость достигает $20\text{—}40\%$.

Количество и протяженность водотоков на территории
Армянской ССР

Таблица 4

Градации водотоков по длине, в км	Общее количество водотоков (числитель) и их суммарная длина (знаменатель), в км	% от общего количества водотоков (числитель) и их общей суммы (знаменатель)
Менее 10	11790/18420	97,4/68,3
11—25	252/4946	2,1/18,1
26—50	42/1832	0,4/6,8
51—100	12/780	0,1/2,8
101—200	7/1088	0/4,0
Всего:	12103/27066	100/100

Сложный рельеф Армении обуславливает многообразие продольных профилей рек. Реки, стекающие с хребтов, обладают наибольшими уклонами в верховьях и уменьшающимися к устью. На отдельных участках в верховьях этих рек уклоны достигают $140\text{—}200\%$ (рр. Вохчи, Воротан). Русла рек на большей части рассматриваемой территории неустойчивы. Наибольшая деформация

их наблюдается на предгорных участках. Изменение отметок дна на этих реках только за один паводок может достигать 0,8—1,0 м (рр. Карангу, Гомур, Дзыкнагет). В горных районах русла каменистые, часто завалены валунами и обломками скал. Ширина водотока значительно меняется по территории. Для средних рек она составляет 50—400 м, для малых—2—20 м. Для рек республики характерны большие скорости течения (от 2 до 5 м/сек). На равнинных участках максимальные скорости значительно ниже—0,8—1,5 м/сек. Глубины, как правило, небольшие: на малых реках—1—2 м, на средних—3—6 м.

Многие гидрографические характеристики рек Армянской ССР, как показали наши исследования, находятся в тесной связи друг с другом. Эти связи, некоторые могут быть использованы в различных гидрологических расчетах, вполне удовлетворительно описываются уравнениями вида:

$$B = \frac{F}{L} = 0,35F^{0,58}, \quad (1)$$

$$L = \frac{F}{B} = 2,86F^{0,58}, \quad (2)$$

$$I^{0,00} = \frac{234}{F^{0,30}} \text{ при } F > 150 \text{ км}^2, \quad (3)$$

$$I^{0,00} = \frac{520}{F^{0,50}} \text{ при } F < 150 \text{ км}^2, \quad (4)$$

$$I^{0,00} = \frac{566}{L^{0,85}}, \quad (5)$$

где F —площадь водосбора (км²), B —ширина водосбора (км), L —длина главного водотока (км), I —средневзвешенный уклон главного водотка (‰).

Некоторые гидрографические и гидрологические характеристики по основным рекам республики приводятся в табл. 5.

На территории Армянской ССР, кроме оз. Севан, имеется ряд других более мелких озер: оз. Арпилич, расположенное в крайней северозападной части республики и оз. Мецамор (Айгерлич), находящееся в Араратской долине и имеющее родниковое питание. В районах вулканических массивов на высоте более 2700 м имеется много небольших озер питающихся в основном талыми водами.

2.3. Гидрологический режим

По водному режиму в республике выделяются две зоны: северная, относящаяся к бассейну р. Куры, и южная, примыкающая к бассейну р. Аракс. Географическое положение этих зон и связанная с ним атмосферная циркуляция обуславливает в значительной мере различие климатических условий—температуру, осадки, влажность и др.

Север республики, обращенный к Черному морю и находящийся под его смягчающим влиянием, более богат осадками и менее подвержен резким колебаниям температуры. Напротив, юг под влиянием котловинности рельефа, отрезанности от морских влияний, значительно беднее осадками и более подвержен колебаниям температур. Территория республики, тяготеющая к Куринскому бассейну, в основном сложена осадочными и интрузивными, слабо фильтрующими породами, тогда как зоны, относящиеся к Араксинскому бассейну, имеют обширные площади, сложенные трещиноватыми эффузивными породами, поглощающими атмосферные осадки и затем равномерно отдающими их рекам через многочисленные родники.

Поэтому сток рек, текущих на север, имеет резко выраженный сезонный характер, а сток рек, текущих на юг—сравнительно равномерный и с повышенной зарегулированностью.

Из всей территории республики 29,8 тыс. км² на долю Куринского бассейна приходится 26,5%, а на Араксинского бассейна—73,5, в том числе на долю Севанского бассейна падает 16,0%.

Водосборные бассейны рек Армянской ССР, благодаря поднятости территории, расположены в различных зонах, каждая из которых является самостоятельным источником формирования стока. Источником формирования стока рек являются талые воды сезонных снегов, частично снежники, дождевые и подземные воды. Соотношение отдельных источников питания и доминирующее значение одного из них зависит от физико-географических условий, в которых формируется сток данной реки.

В высокогорных областях (свыше 3000 м) реки питаются в основном талыми водами снегов и имеют ярко выраженный тип высокогорного режима с наибольшей водностью в весенне-летний период и наименьшей—зимой. В среднегорье увеличивается величина дождевого питания при значительной доле сезонно-снегового. По мере дальнейшего уменьшения высоты водосбора преобладает режим стока, нами произведено выделение подземного здесь многоводны весной и маловидны летом и зимой [103].

С целью определения доли участия каждой составляющей в общем режиме стока, нами произведено выделение подземного стока и разделение поверхностного стока на снеговую и дожде-

Таблица 5

Некоторые гидрографические и гидрологические характеристики
основных рек Армянской ССР (по замыкающим створам)

Река	Устье впадает	Длина, в км	Площадь водосбо- ра, в км ²	Общее падение, в м	Средневе- щенный уклон, в ‰	Среднего- довой рас- ход, м ³ /сек	Модуль стока, л/сек с 1 км ²	Средний мно- голетний го- довой сток, в млн. м ³
Памбак	р. Дебед	86	1380	940	11	11,7	7,97	368,6
Дзэрагет	р. Дебед	67	1460	1390	21	16,8	11,5	529,2
Дебед	р. Храми	176	4050*	565	3,2	35,8	8,84	1128
Агстев	р. Кура	133	1610*	2770	21	11,0	6,83	346,5
Ахуран	р. Аракс	186	3602*	1070	5,9	32,7	9,08	1030
Севджур	р. Аракс	38	3540	27	0,26	33,2	9,38	1046
Кисах	р. Севджур	89	1020	1370	15,4	9,21	9,03	290,1
Раздан	р. Аракс	141	2310	1090	8,2	22,4	9,70	705,6
Дзыкнагет	оз. Севан	22	90	400	30	1,10	8,08	34,6
Масрик	оз. Севан	43	753	970	30	4,05	5,38	127,6
Варденис	оз. Севан	28	116	1240	44	1,78	15,3	56,1
Аргичи	оз. Севан	51	384	620	12	5,49	14,3	172,9
Гаварагет	оз. Севан	40	467	1370	37	3,71	7,94	116,8
Азат	р. Аракс	56	547	2285	41	6,11	11,1	192,5
Веди	р. Аракс	58	701	1910	33	1,85	2,64	58,3
Арпа	р. Аракс	128	2175*	2670	20	21,9	10,1	689,8
Мегригет	р. Аракс	36	336	1800	62	2,80	8,33	88,2
Вохчи	р. Аракс	86	933	3610	59	10,4	11,1	327,6
Воротан	р. Аракс	178	2180*	2775	17	21,9	10,0	689,8
Аракс	р. Кура	1050	101900	3295	3,1	—	—	—

*) в пределах Армянской ССР

вую составляющие. Это разделение произведено с учетом температурного режима воздуха и жидких осадков, выпадающих в бассейнах рек. При отсутствии этих данных применялись кривые истощения стока, представляющие собой ветви спада половодья при полном сходе снежного покрова. Указанные кривые получены путем осреднения ветвей спада одинаковых по высоте половодий. Выделение подземной составляющей осуществлено по разрабатанной нами для горных рек специальной методике [57].

Расчленение гидрографа для поставленной цели произведено по 64 пунктам на 48 реках за 320 годовпостов. По каждому створу выбраны 5 лет: 3 года с водностью, близкой к средней и по одному маловодному и многоводному году. При выборе этих характерных лет учтена обеспеченность как годового, так и сезонного стока. Как показали эти данные, изменение степени участия различных источников питания в формировании стока республики наряду с вертикальной поясностью отражает также гидрогеологические особенности бассейнов. В бассейнах, сложенных вулканическими трещиноватыми породами, способными поглощать поверхностный сток, превращая его в обильные подземные воды, подземный сток увеличивается с высотой, а снеговой, наоборот, уменьшается. К таким районам относятся: бассейны оз. Севан, рр. Арпа, Азат, Веди. На остальной территории республики наблюдается уменьшение подземного и увеличение снегового стока с высотой. Дождевой сток обнаруживает почти единую зависимость для территории республики, заключающуюся в уменьшении его с высотой бассейна. Анализ условий формирования и количественных характеристик основных генетических составляющих общего речного стока рек Армянской ССР позволил выделить четыре основных типа рек по источникам питания (при величине более 40—50% годового стока) [58].

1. Реки с преобладанием снегового при наличии значительного подземного питания. К ним относятся: реки Ахурян, Касах, северное побережье оз. Севан, а также верховье рек Агстев (при $N_{ср} > 2000$ м), Дзорагет (при $N_{ср} > 2300$ м), Воротан (при $N_{ср} > 2600$ м), где $N_{ср}$ —средняя высота водосборного бассейна реки. Дождевое питание здесь не превышает 15—20% годового стока.

2. Реки с преобладанием подземного при наличии значительного дождевого питания: реки Дзорагет и Памбак, а также среднее и нижнее течение р. Агстев.

3. Реки с преобладанием подземного при наличии значительного снегового питания. Этот тип рек имеет наибольшее распространение на территории республики и охватывает бассейны рек оз. Севан (за исключением северного побережья), Азат, Веди, Арпа, Воротан, Вохчи, Мегригет. Подземное питание достигает здесь иногда 60—70%, а снеговое—30—40%.

4. Реки с преимущественно подземным питанием. В эту группу выделены реки с большим подземным регулированием стока: реки Джил, Масрик, Карчахпюр, Гаварагет и Севджур.

Все реки республики относятся к группе рек с весенним половодьем, исключая небольшую группу в самых высоких зонах горы Арагац с половодьем в теплую часть года. Общий характер весеннего половодья—растянутая на 3—4 месяца высокая волна с накладывающимися на нее второстепенными волнами, обусловленными особенностями режима таяния снега в горах и стока дождевых осадков.

В летне-осеннее время на реках наблюдаются дождевые паводки и селевые потоки, максимальные расходы которых нередко превышают максимум весеннего половодья. Речной сток Армянской ССР существенно изменяется как во времени, так и по территории. Распределение стока внутри года имеет следующий характер: примерно 60—65% годового стока приходится на половодье (апрель—июнь), а остальное—в основном на летне-осеннюю, довольно устойчивую межень.

На водном режиме рек Армянской ССР сильно сказалась хозяйственная деятельность, результатом которой явилось создание многочисленных ирригационных систем во всех бассейнах рек республики. Крупных государственных ирригационных каналов в республике насчитывается 22, мелких межхозяйственных—более 1200.

2.4. Водные ресурсы рек

О водных ресурсах (в том числе и поверхностных) в опубликованной литературе и в проектных проработках имеются разноречивые данные. Так, в [28] общие водные ресурсы (поверхностные и подземные) оцениваются в пределах 11,7 км³, в [12]—9,0, в [27]—приводится даже 7 км³.

По проработкам Армянского отделения института «Гидропроект» им. С. Я. Жука эти же расходы оцениваются в 7,52, а института «Армгипроводхоз»—в 7,94 км³. В связи с этим возникает необходимость уточнения водных ресурсов, тем более, что в настоящее время накопился достаточно богатый материал и такое уточнение вполне возможно. В качестве водных ресурсов рек принята средняя многолетняя величина (норма) годового стока рек. Норма стока определяется как среднее арифметическое значение годовых значений стока

$$Q_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}, \quad (6)$$

где Q_1 —годовой сток, n —число лет наблюдений.

Норма стока является статистическим понятием, и поэтому определяется из непрерывного и однородного ряда. Как известно, для определения нормы годового стока необходимо иметь ряд с длительностью в 60—70 лет [86]. Стоковые ряды рек Армянской ССР не обладают такой длительностью.

Из теории вероятностей известно, что истинное среднее значение наблюдаемой величины $\bar{Q}$ может быть получено лишь при бесконечно большом числе N наблюдений, т. е. когда $N \rightarrow \infty$:

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i}{N \rightarrow \infty} . \quad (7)$$

В остальных случаях норма получается с ошибкой E_{Q_0} , которая называется средней квадратической ошибкой определения нормы стока и зависит от n и коэффициента вариации ряда C_v , т. е.

$$E_{Q_0} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \cdot 100 \% . \quad (8)$$

Длина ряда считается достаточной для определения Q_0 , если $E_{Q_0} \leq 5-10\%$. Величина среднего многолетнего расхода при этом условии называется нормой стока.

Однако здесь следует учесть одно очень важное обстоятельство: характер многолетних изменений стока. Если вычислить норму стока только по одной многоводной или маловодной фазе цикла водности, независимо от ее продолжительности, то ошибка нормы получится наибольшей. Поэтому в качестве критерия продолжительности указанного многолетнего периода принимается условие включения в этот период четного числа многолетних циклов изменения рассматриваемой величины.

Таким образом, для определения нормы стока следует принимать период, включающий наибольшее число законченных циклов колебания стока, состоящих из групп многоводных и маловодных лет. Неполные циклы (имеющие только многоводную или маловодную фазу) должны быть из ряда исключены. Такой период, который носит название репрезентативного периода, всегда можно выбрать из любого рассматриваемого многолетнего ряда.

До непосредственного выбора репрезентативного периода остановимся на вопросе и целесообразности удлинения рядов, без учета водности периода. Для этой цели рассмотрим разностные интегральные кривые модульных коэффициентов годового стока

р. Кура—г. Тбилиси и р. Риони—г. Кутаиси, имеющие длительные периоды наблюдений (рис. 6).

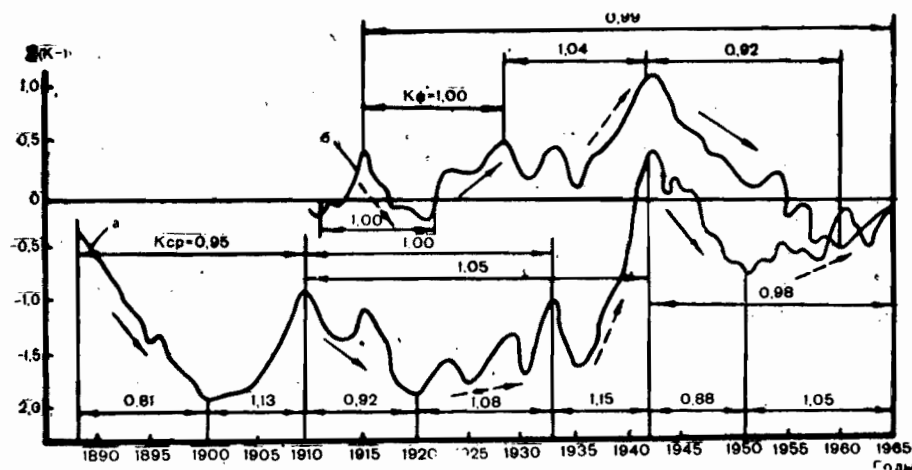


Рис. 6. Разностная интегральная кривая модульных коэффициентов годового стока:

а) р. Кура — г. Тбилиси б) р. Риони — г. Кутаиси.

Как видно из рис. 6, максимальная ошибка определения нормы 19% получается при принятии за расчетный период маловодную фазу с 1888 г. по 1900 г. В остальных случаях при включении в этот период только одной фазы (маловодной или многоводной) она несколько меньше (от 5 до 15%). Величина ошибки резко уменьшается при включении полного цикла, независимо от длительности фаз противоположной водности (1888—1909 гг.—5%, 1910—1933 гг.—0,0%, 1909—1942 гг.—5%, 1943—1965 гг.—2%). Водность периода 1910—1933 гг. (23 года) равна норме многолетнего ряда (1888—1965 гг.). При удлинении этого периода до 1942 г., т. е. на 10 лет, ошибка определения нормы увеличивается до 5%. То же самое получается и по отношению к р. Риони—г. Кутаиси. Так, водность цикла 1915—1928 гг. (14 лет) равна норме, а добавление к этому периоду еще одной многоводной фазы с 1929 г. по 1942 г. (14 лет) увеличивает ошибку на 3%. При включении в расчетный период полных циклов ошибка, как правило, величина ее резко снижается, а неполных циклов, наоборот, значительно возрастает.

Таким образом, нельзя считать целесообразным всякое удлинение ряда, всегда необходимо учитывать характер циклических колебаний стока. Выбор репрезентативного периода и подсчет стоковых характеристик рек Армянской ССР произведены на основании стоковых наблюдений в гидрологических створах и пос-

ледующего восстановления естественного режима рек и приведения коротких рядов к норме. Естественный режим стока ряда рек нарушен забором воды на орошение и другие водохозяйственные нужды. Величина водозабора в отдельных случаях достигает 20—25% от общего годового стока рек. Летний и частично осенний сток некоторых рек (Касах, Азат, Веди) в нижнем их течении почти полностью разбирается на орошение. Естественный режим стока ряда рек восстановлен путем прибавления отъемов воды к остаточному стоку выше гидрологических створов.

Отъемы определены по материалам Минводхоза и Минжилкоммунхоза республики. Эти материалы в ряде случаев оказывались заниженными и поэтому подвергнуты нами анализу и введению определенных коррективов.

Изучение поверхностных вод республики осуществляется Армянским республиканским управлением гидрометеорологии и контроля природной среды. Первые гидрологические наблюдения в Армении начались в 1904 г. на р. Памбак в с. Мегрут. В период первой мировой войны, а затем в годы гражданской войны, гидрометрические работы в Армении прекратились. Начались регулярные стоковые наблюдения после 1925—1930 гг. Данные до 1930 г. отличаются низким качеством и использование их не представляется целесообразным. Для определения стоковых характеристик использованы данные 120 гидрометрических постов, из которых только 5 имеют 50-летний период наблюдений, 14 постов—40—49 лет, 12 постов—30—39 лет, 6 постов—20—29 лет, остальные—от 5 до 19 лет.

В результате проведенного анализа исходных материалов получены многолетние устойчивые кривые расходов для многих постов, при помощи которых восстановлены пропуски за отдельные периоды, произведена гидрологическая увязка стока по длине рек, построены соосные графики годовых расходов с тем, чтобы данные одного пункта связывались с данными двух и более пунктов. В некоторых случаях к анализу привлекались и осадки. В результате этого произведены уточнения среднегодовых расходов за отдельные годы по многим пунктам наблюдений.

Удлинение коротких рядов произведено по методу аналогии с учетом наличия синхронности колебаний стока в изучаемом и аналогичном бассейнах примерно с одинаковыми физико-географическими факторами формирования стока. По всем опорным постам удалось удлинить стоковые ряды до 50 лет, что оказалось вполне репрезентативным для определения нормы стока (Q_0) и коэффициента вариации (C_v), т. е. относительные средние квадратичные ошибки по ним не превышают допустимые пределы ($E_0 \leq 5-10\%$, $E_{C_v} \leq 10-15\%$).

Коэффициенты асимметрии (C_s) определялись путем анализа

кривых обеспеченности. При этом было установлено, что теоретические кривые наилучшим образом согласовываются с эмпирическими точками при соотношении $C_e = 2C_v$. С теоретических кривых обеспеченности были сняты годовые расходы с обеспеченностью 50,75 и 95%. Результаты этих расчетов по замыкающим створам рек Армянской ССР приведены в табл. 6. Как показывают данные этой таблицы, среднегодовое поверхностный сток рек республики с учетом естественного стока из оз. Севан и половинной доли стока рек Аракс и Ахурия, составляет 7015 млн. м³. По году 75%-ой обеспеченности поверхностный сток составляет 5960 млн. м³, а по году 95%-ой обеспеченности—4800 млн. м³.

Таблица 6

Водные ресурсы рек Армянской ССР (в м³/сек и млн. м³ год)

Бессейны рек	Годовой сток рек при обеспеченности, в %		
	50	75	95
Дебед	35,8 1128	29,9 941,8	24,8 781,2
Агстев	11,0 346,5	8,85 278,8	6,20 195,8
Мелкие притоки р. Куры	5,44 171,4	3,90 122,8	2,31 72,8
Ахурия—Аракс (доля СССР)	44,6 1405	35,8 1120	27,7 868,1
Севджур	33,2 1046	30,3 914,4	27,5 866,2
Раздан	22,4 705,6	20,3 658,4	16,9 532,4
оз. Севан	5,08 160	4,13 130	2,81 88,5
Азат	6,11 192,5	5,14 161,9	4,05 127,6
Веди	1,85 58,3	1,42 44,7	1,03 32,4
Арпа	21,9 689,8	18,8 592,2	14,5 456,8
Вохчи с Норашеником	10,4 327,6	8,59 270,6	6,33 199,4
Воротан	21,9 689,8	19,7 620,6	16,6 522,9
Мегригет	3,02 95,1	2,35 74,0	1,62 51,0
Всего по Армянской ССР	222,7 7015	189,2 5960	152,4 4800

Для водохозяйственных и гидрологических расчетов произведен выбор репрезентативного короткого ряда. Выбор этого периода имеет большое практическое значение, т. к. при наличии его значительно сокращается объем вычислительных работ при проектировании мероприятий по регулированию стока. Этот вопрос приобретает в настоящее время еще большее значение в связи с интенсивным регулированием стока рек, приводимым к нарушению однородности стоковых рядов. Требования к репрезентативному периоду, как известно, сводятся к следующему: равенство нормы и коэффициента вариации его и многолетнего ряда, а также включение в этот период характерных маловодных, многоводных и средневодных лет и расчетного маловодного периода.

Анализ циклических колебаний стока и выбор репрезентативного периода произведены с помощью разностных интегральных кривых, представляющих собой суммарные отклонения годовых величин стока (Q_i) от их нормы (Q_0). Ординаты суммарной кривой вычислены как нарастающая сумма $\sum_{i=1}^n (K_i - 1)$, где $K_i = \frac{Q_i}{Q_0}$.

модульный коэффициент стока в i году, i — порядковый номер от начала ряда. С целью исключения влияния различной изменчивости стока интегральные кривые приведены к нормированным отклонениям, т. е. приведены к $C_v = 1$, тогда выражение интегральной кривой будет:

$$\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)}{C_v} = f(t). \quad (9)$$

На рис. 7 приведены эти кривые по 7-и пунктам, расположенным в различных районах Армянской ССР (такие кривые построены для всех пунктов с длинными стоковыми данными). На этом же рисунке приведена и кривая фиктивного ряда, представляющего сумму гидрологических рядов замыкающих створов основных водотоков республики.

Анализ этих кривых показал, что общим для всех рек республики можно рекомендовать 25 летний расчетный период с 1951 по 1975 гг. В этот период входят все характерные годы и группы лет, необходимые для расчетов по регулированию стока.

Для выяснения общей картины территориального распределения водных ресурсов рек были использованы данные по норме стока всех гидрологических постов, которые освещают не только среднегорные зоны водосборных бассейнов рек, но и высокогорные зоны малых рек. Из 120 пунктов для построения зависимости $q_0 = f(H_{cp})$ использованы данные 107 пунктов. Не использованы

$$\frac{\Sigma(H-1)}{C_v}$$

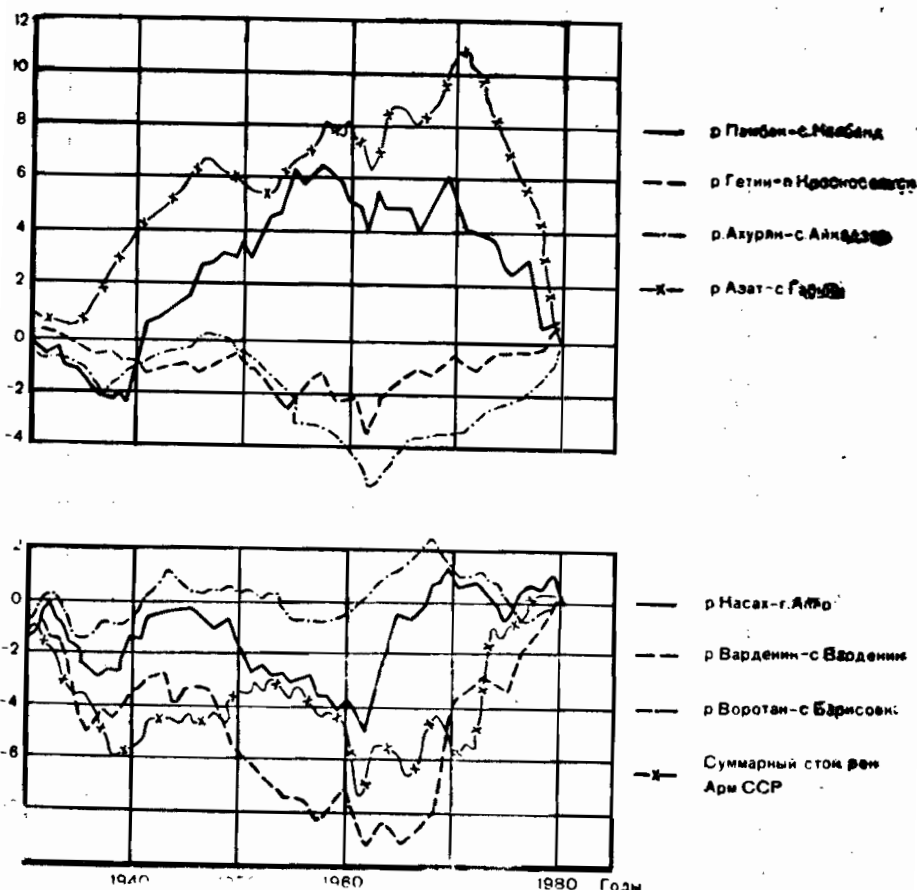


Рис. 7. Разности интегральных кривых модульных коэффициентов годового стока некоторых рек Армянской ССР.

данные тех постов, для которых вследствие влияния аazonальных факторов указанная связь не выявлена.

Выявление зависимости стока от высоты $q_0 = f(H_{ср})$ бассейна в горных условиях представляет чрезвычайно сложную задачу. Ввиду большого разнообразия климатических и геолого-гидрологических условий здесь в пределах даже небольших склонов общая зависимость получается не всегда.

В связи с этим, естественно полагать, что единую зависимость

стока от высоты бассейнов для территории Армянской ССР нельзя ожидать (хотя бы потому, что основные стокообразующие факторы—осадки и температура воздуха обнаруживают локальную зависимость от высоты местности).

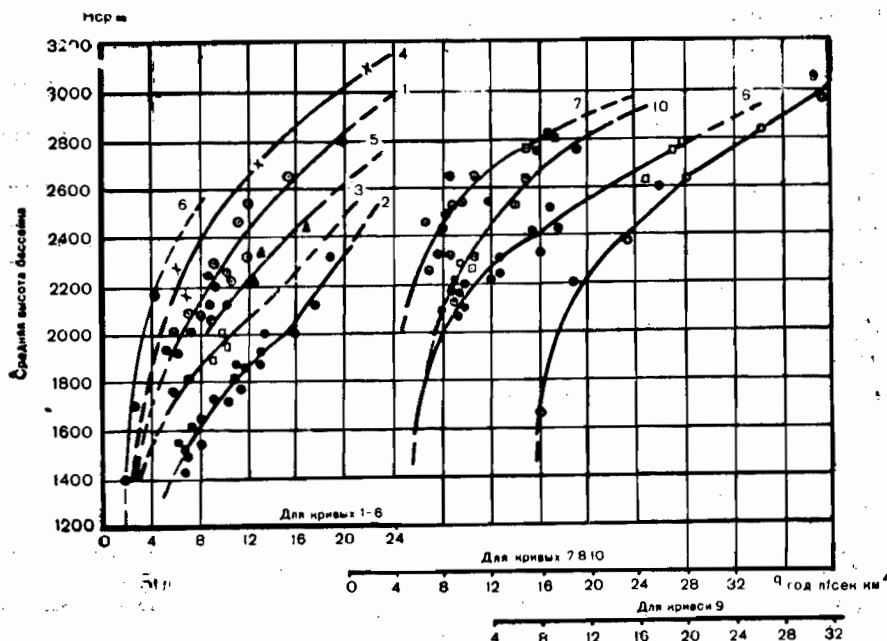


Рис. 8. Зависимость модуля среднего годового стока рек Армянской ССР от средней высоты бассейнов:

- 1—реки бассейнов Памбака (без правых притоков), Ташира и Ахуряна;
- 2—реки бассейнов Дзорагета (без р. Ташир), правые притоки рр. Памбак и Дебед, реки, стекающие с северного склона Мургузского хребта; 3—реки бассейна Агстева;
- 4—реки бассейна Касаха; 5—реки бассейна Раздана (без правых притоков); 6—реки, стекающие с юго-западного склона Гегамского хребта (бассейна р. Раздан);
- 7—реки бассейна оз. Севан; 8—реки бассейнов Азата, Веди, Арпы; 9—реки бассейнов Мегригета, Вохчи; 10—реки бассейна Воротана.

Для территории Армянской ССР получено 10 локальных связей модуля стока с высотой водосбора (рис. 8). Каждая кривая связи $q_0 = f(H_{\text{ср}})$ относится к определенному району, контуры которого обычно проходят по водоразделам бассейнов рек. Для построения кривых связи использовано различное количество точек—от 3 до 22 (в зависимости от освещенности данного бассейна или района пунктами наблюдений). В пределах однородных районов линии связи идут почти параллельно или плавно следует

одна относительно другой. Кривая 6 ввиду малого количества точек приближена.

Общее расположение точек на графиках связи вполне удовлетворительное, отклонения не выходят за пределы точности измерений и не превышают $\pm 5-7\%$. Только по районам 1 и 6 в отдельных случаях из-за большой разбросанности точек в средней части кривой средняя ошибка несколько выше и достигает $\pm 10-15\%$. Крайние отклонения отдельных точек от соответствующих кривых равны $\pm 30-40\%$.

Верхние и нижние части кривых связи в случаях отсутствия данных о стоке экстраполировались по направлению имеющих точек связи в других районах, условия формирования стока которых примерно схожи с условиями данного района. Для оценки точности расчета общего стока по кривым связи $q_0 = f(H_{ср})$ производилось сравнение фактических величин в замыкающем створе со средневзвешенным значением стока с отдельных высотных зон, ограниченных соседними горизонталями. Такое сравнение произведено для 80 пунктов, где имелись данные о площадях водосборов по высотным зонам. В результате получено, что в 72% случаев вычисленная величина среднего стока отклонилась от фактически наблюдаемых не более чем на $\pm 5\%$, в 20% случаях отклонение колеблется от $\pm 6\%$ до $\pm 10\%$ и лишь в 8% случаях отклонение составляет $\pm 11-23\%$.

Характерной особенностью полученных связей является большая изменчивость среднего стока от района к району при одинаковой высоте водосбора. Так, например, при высоте 2000 м величина модуля стока колеблется по территории Армении от 3,6 до 14,8 л/сек с 1 км².

Зависимость стока от высоты бассейна, как видно из рис. 8, носит криволинейный характер. При наличии общей тенденции к увеличению стока с высотой имеются высотные зоны, в пределах которых нарастание стока происходит наиболее интенсивно. В условиях Армянской ССР наибольшими стокообразующими зонами, как видно из табл. 7, являются зоны выше средних высот 2200 м. По мере увеличения высоты градиенты стока для всех районов исследуемой территории возрастают.

Градиент изменения среднего стока с высотой водосбора колеблется от 0 до 4,2 л/сек на каждые 100 м. Наибольших значений (порядка 4 л/сек на 100 м) градиент стока достигает в бассейнах рек Варденис и Аргичи, а также в бассейнах Мегригета и Арпы, наименьшие градиенты (0,2—0,4 л/сек на 100 м) имеют место на реках юго-западного склона Гегамского хребта (реки Акуик, Гетар, Джрвеж).

Полученные кривые зависимости общего стока от высоты во-

досбора могут быть использованы для определения нормы общего речного стока неизученных рек Армянской ССР.

Вопросами распределения стока по территории Армянской ССР впервые начали заниматься в 1936 г. Б. Д. Зайков и С. Ю. Белингов [31]. В 1946 г. Б. Д. Зайковым была составлена карта для всей территории СССР. Впервые они применили более обоснованную методику составления карты с отнесением модуля среднего стока не к центру тяжести бассейна, а к средней высоте бассейна. Впоследствии были составлены более уточненные карты для территории Армении В. П. Валесяном [12] и А. Н. Важновым [11].



Рис. 9. Карта общего речного стока Армянской ССР (в л/сек км²); 1—изолинии модулей стока; 2—изолинии, проведенные приближенно; 3—контуры участков аномальных условий формирования стока.

В результате использованного в настоящей работе более богатого и уточненного материала нами составлена более точная карта общего речного стока на территории Армянской ССР (рис. 9).

Такая карта была составлена по графикам рис. 8, на гипсометрической основе территории республики. Основными изолиниями, нанесенными на карту, приняты изолинии 0,5; 1; 2,5; 10; 15; 20; 25; 30 и 35 л/сек км². При ненадежности или неполноте данных изолинии проводились пунктиром.

Таблица 7

Градиенты изменения общего речного стока (в л/сек км² на 100 м высоты) по территории Армянской ССР

Интервалы высот, 0 м	Районы (по рис. 8)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1400—1600	0,3	1,2	0,7			0,2				
1601—1800	0,6	1,5	1,3			0,3		0,4	0,4	0,4
1801—2000	0,8	1,4	1,8	0,4		0,4		0,6	0,6	0,4
2001—2200	1,1	2,2	1,9	0,9	1,6	0,4	0,5	1,4	1,0	0,6
2201—2400	1,4	1,3	1,9	1,0	1,8	1,0	0,8	2,6	1,6	1,0
2401—2600	1,7	1,9		1,2	2,1		0,4	3,0	2,5	1,6
2601—2800	2,2			2,0			3,0	3,2	3,0	2,8
2801—3000	2,4			2,2			4,2		3,2	
3001—3200				2,6						

Проверка карты по всем пунктам наблюдений показала, что величина отклонений годового стока, полученных по карте, от фактических составляет в среднем $\pm 4,9\%$. В отдельных случаях отклонения доходят до $\pm 20\%$. Как видно из карты, распределение стока, в основном, повторяет распределение осадков, увеличиваясь с повышением местности.

Наибольшие значения нормы общего речного стока приурочены к высокогорной части территории. Изолинии 25—30 л/сек км² охватывают верхние части Базумского, Гегамского, Варденисского, Зангезурского хребтов и массив г. Арагац. На г. Капуджух модуль стока доходит до 35 л/сек км². Наименьший модуль стока (0,5 л/сек км²) наблюдается в прибрежной зоне р. Аракс и на нижних участках рек, стекающих с Мургузского хребта.

Определенное представление дает также об удельной водности территории и коэффициент стока, определяемый по отношению высоты слоя стока (h) к количеству выпавших в бассейне осадков за год (x).

$$\gamma = \frac{h, \text{ мм}}{x, \text{ мм}} \quad (10)$$

С учетом (12) на основании карты осадков и слоя стока (в работе эта карта не приводится) была составлена карта коэффициента годового стока (рис. 10).



Рис. 10. Карта коэффициента общего речного стока Армянской ССР.

Для этой цели карты осадков и слоя стока были разбиты на 300 квадратов (со стороной 2 см), для которых подсчитывались свыше 1200 значений коэффициента стока. Такое большое количество коэффициентов стока позволило построить карту с высокой точностью. Основными изолиниями, нанесенными на карту, приняты: 0,05 ; 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; 0,6 и 0,7. Как видно из рис. 10, коэффициент общего стока обнаруживает тенденцию уменьшения с запада на восток и увеличения с высотой местности. Очень малые коэффициенты стока (менее 0,1) характерны для

засушливой долины р. Аракс. Низкие коэффициенты стока (0,2—0,1) наблюдаются также в юго-восточной части бассейна оз. Севан (низовье р. Масрик), в басс. р. Ташир, в предгорьях Мургузского хребта (рр. Ахинджа, Тавуш, Ахум), в басс. р. Карангу, в верховьях р. Касах. Сток отсутствует в северо-западной части басс. оз. Севан, где вследствие наличия «чингилей» — каменных россыпей и выветренных вулканических обломочных материалов весь сток инфильтруется вглубь, превращаясь в подземный поток. По мере продвижения на запад и с повышением высоты местности коэффициент стока увеличивается. Это положение объясняется, прежде всего, увеличением количества осадков и понижением температуры воздуха, что в конечном итоге приводит к увеличению речного стока.

Величина стока рек Армянской ССР колеблется в значительных пределах. Соотношение наибольших и наименьших общих годовых расходов достигает больших значений (до 3—4 и даже 5). Коэффициент изменчивости годового стока большинства рек и пунктов (около 65%) не превышает 0,30. Для малых рек с низкорасположенными бассейнами (рр. Гергер, Алаверди, Воскепар, Карахан, Гетар, Джрвеж) коэффициенты вариации значительны и колеблются в пределах 0,45—0,75.

Важным показателем водных ресурсов является внутригодовое распределение стока рек. Для территории характерно неравномерное распределение стока не только в многолетнем разрезе, но и в течение года, что в целом неблагоприятно для хозяйственного водопользования. Внутригодовое распределение стока также сильно зависит от общих стокообразующих факторов, о которых более подробно уже сказано. Это касается и сроков прохождения половодья, и его продолжительности и формы, и режима межени, и всех других характеристик внутригодового распределения стока. Все же в целом по республике можно вывести следующие осредненные границы гидрологических сезонов: половодье (апрель—июнь), когда проходит 60—65% годового стока, летне-осенняя межень (июль—ноябрь) со стоком 20—25% и зимняя межень (декабрь—февраль) — 10—20%.

2.5. Ресурсы подземных вод

Формирование подземных вод Армянской ССР определяется типичными условиями горноскладчатых областей, в которых сложное сочетание геологических и рельефных факторов обуславливает образование как грунтовых, так и артезианских вод. Главная особенность подземного стока на территории республики состоит в его значительно большей динамичности, чем на равнинах. Второй особенностью подземного стока заключается в том, что интенсив-

ность его с глубиной постепенно ослабевает. В условиях Армянской ССР согласно схеме Ф. А. Макаренко [47] можно выделить три гидродинамические зоны подземного стока: верхняя, средняя и нижняя.

Верхняя гидродинамическая зона простирается выше абсолютных отметок около 500 м и имеет мощность от 200—400 м в срединных частях межгорных впадин до 1500—2000 м почти во всех районах республики. К этой зоне относятся воды нисходящих родников, а также пресные напорные воды всех артезианских бассейнов: Араратского, Ленинканского, Налбандского и других. Эти воды являются главной составной частью всех подземных вод республики. Режим подземных вод верхней гидродинамической зоны характеризуется интенсивной циркуляцией и значительной изменчивостью, связанной с изменениями климата и повторяют изменения поверхностного стока, в более сглаженном виде. Нисходящие грунтовые воды полностью дренируются речными руслами и учитываются в общем речном стоке. Подземные воды выклиниваются в понижениях в виде отдельных родников или пластовых выходов и стекают в водотоки, переходя в отдельных случаях в поверхностный склоновый сток. Степень устойчивости дебитов родников зависит от размеров водосборных бассейнов, отдаленности области питания, гидрогеологических условий и др. Среди других факторов важнейшую роль играет вертикальная поясность. Так, чем ближе расположен родник к области питания, тем больше амплитуда годовых колебаний дебитов, и, наоборот, родники, расположенные далеко от области питания характеризуются небольшими изменениями дебитов в течение года.

Средняя гидродинамическая зона распространяется до уровня вреза р. Куры (приблизительно до уровня Каспийского моря—27 м над уровнем Балтийского моря). Режим подземных вод здесь характеризуется замедленной циркуляцией и большой устойчивостью. Влияние атмосферных процессов весьма незначительно. Эти подземные воды дренируются в основном крупными долинами рек Аракса и Куры. Продолжительность подземного добегания этих вод исчисляется от нескольких до десятков лет. Нижняя гидродинамическая зона распространяется ниже уровня моря и охватывает водоносные комплексы срединных частей артезианских бассейнов. Циркуляция вод здесь почти не наблюдается, влияние климата чрезвычайно слабое. Воды обладают высоким напором, большой температурой и значительной минерализацией. Циклы полного возобновления вод нижней зоны исчисляются тысячами лет.

Господствующее место в балансе подземных вод республики занимают воды верхней гидродинамической зоны, которые наиболее полно изучены и доступны для водохозяйственного исполь-

зования. В некоторых бассейнах заметную роль могут играть и артезианские воды средней гидродинамической зоны. На этих водах мы и остановимся несколько подробнее.

Основным источником питания подземных вод на территории Армянской ССР являются талые воды сезонных снегов и атмосферные осадки теплого периода года. В районах предгорий и межгорных впадин на отдельных участках в питании подземных вод принимают участие речные воды. В высокогорных зонах республики основное значение в питании подземных вод имеют талые воды. Пополнение запасов подземных вод происходит в течение всего теплого периода, но роль жидких осадков значительно меньше вследствие ливневого характера их выпадения и быстрого сброса стока в русла рек. В питании подземных вод дождевые осадки приобретают большое значение в среднегорных районах (1200—2000 м).

На величину питания подземных вод большое влияние оказывает водопроницаемость горных пород. Инфильтрации атмосферных осадков способствует не только интенсивная трещиноватость лавовых пород, но и наличие на большей части Армянского нагорья каменных россыпей мощностью до 30—40 м, образовавшихся в результате выветривания этих пород.

В гидрогеологическом отношении территория Армянской ССР подразделяется на две характерные части: I-горную и II межгорные впадины и равнины (рис. 2). В горной части территории отсутствуют выдержанные водоносные горизонты и по степени водообильности выделяются три категории районов.

К категории наиболее водообильных относятся районы с лавовыми породами, которые занимают в республике около 10,5 тыс. км². К ним относятся бассейны рек Дзорагет, Ахурян, Касах, Раздан, массив г. Арагац, Гегамский и Варденисский хребты, Сюникское нагорье, северо-восточная часть Зангезурского хребта. На площади распространения лавовых пород выходит в виде родников около 71 м³/сек подземной воды. Из 7500 более или менее крупных выходов подземных вод, насчитываемых на территории Армянской ССР, 1300 приходится на комплекс лавовых вод, которые дают около 75% всех выходящих на дневную поверхность подземных вод. Воды всех этих родников имеют небольшую минерализацию (300—400 мг/л сухого остатка) и сравнительно постоянную температуру порядка 6—10°C, благодаря чему они ши-

роко используются как для питьевых, так и для технических целей.

К среднеобильным районам с дебитами отдельных родников до 25, редко более 25 л/сек, относятся районы распространения карбонатных пород, занимающие небольшие площади в северной, южной и юго-восточной частях Армении. Минерализация воды этих родников доходит до 1000 мг/л, а температура—до 18°C.

Остальная часть горной области Армении является слабо-дообильной с дебитами родников от 1 до 10 л/сек.

К межгорным впадинам и равнинам, где формируются бассейны артезианских и грунтовых пресных вод, являются: Арабатский, Ленинанканский, Налбандский, Лорийский, Мазринский, Сюникский, Арпилич-Гукасянский, Апаран-Арагацский.

Воды первой группы полностью учитываются в общем речном стоке и поэтому они не дают дополнительных ресурсов воды. Но они представляют большой народнохозяйственный интерес с точки зрения естественной зарегулированности и высокого качества воды, что подчеркивалось выше. В связи с этим представляется целесообразным несколько подробнее остановиться на общих вопросах формирования и количественных характеристик этой категории подземных вод республики.

За последние годы заметно расширились исследования подземного стока в различных физико-географических районах страны с целью региональной оценки подземных вод как ценнейшего полезного ископаемого. Значительным успехом в этой области следует считать составленные комплексные карты подземного стока для всей территории Советского Союза [77, 83].

Однако точность расчетов по таким картам не всегда может быть удовлетворительной, особенно для горных районов, отличающихся весьма большим разнообразием распределения подземного стока. Величина подземного стока в реки определяется сложным комплексом физико-географических и геологических условий. Важнейшее значение приобретает орографический фактор, выражающийся в наличии вертикальной поясности, которой подчиняются все физико-географические условия. С повышением местности происходит увеличение количества выпадающих осадков, понижение температуры воздуха, снижение величины испарения. Вследствие этого увеличивается и величина речного стока.

Повышение высоты влечет за собой увеличение трещиноватости и проницаемости пород, чем создаются более благоприятные условия для формирования подземного стока. Сложное взаимодей-

ствие основных трех факторов (рельефа, гидрогеологии и климата), определяющих условия формирования подземного стока, обуславливает величину и распределение по территории подземного стока [27]. Для изучения региональных количественных характеристик подземного стока в реки Армянской ССР был использован метод расчленения гидрографов рек, о чем было сказано выше. По этому методу, путем планиметрирования годового гидрографа определен подземный сток в реки по 130 пунктам на 96 реках за 2480 годопунктов с продолжительностью рядов от 8—15 до 50 лет.

Приведение коротких рядов к многолетнему периоду произведено графическим способом путем установления связи годовых величин подземного стока за одновременный период наблюдений на двух реках с коротким и длинным рядами наблюдений, расположенных в пределах однородных физико-географических районов. Данные по пунктам с азональными условиями формирования подземного стока в исследовании не использованы (рр. Гукасян, Чивинлы, Севджур, Касах—Апаран, Джил, Масрик, Золакар, Астхадзор, Бахтак, Гридзор). Неоднородность условий формирования подземного стока рассматриваемой территории обуславливает наличие для каждого гидрогеологического района своей зависимости подземного стока от средней высоты бассейна.

Для территории Армянской ССР модуль подземного стока с повышением высоты местности растет до высот порядка 3000 м. В пределах этой зоны и ниже ее определенную роль для подземного стока играет увеличение годовых сумм осадков с их максимальными градиентами. Выше этой зоны градиент осадков заметно уменьшается, что приводит к некоторому ухудшению подземного питания рек.

По зависимости среднегодового модуля подземного стока от средней высоты бассейна на территории Армянской ССР выявлено 9 гидрогеологических районов (рис. 11).

Кривая зависимости модуля стока от высоты и характер ее изменений, зависящие в основном от увеличения осадков с высотой местности, повторяет кривую изменения величины осадков с высотой, что имеет место при изменении общего речного стока. Это обусловлено дополнительным влиянием гидрогеологических условий на величину подземного стока, также проявляющих высотную поясность в горных странах. Высотный градиент подземного стока (табл. 8) в разных гидрогеологических районах раз-

личен и зависит как от градиента осадков, так и от изменения с высотой условий их инфильтрации. Наибольшие градиенты модуля подземного стока, достигающего до 2,6 л/сек с 1 км², наблюдаются на реках Азат, Арпа, наименьшие (0)—на реках юго-западного склона Гегамского хребта и Ташир.

Для картирования величин среднегодовых модулей подземного стока выбран метод изолиний. Такая карта отражает пространственное распределение стока по территории и его закономерности, однако ввиду большой генерализации, региональную оценку подземного стока в неизученные реки следует делать только по графикам (рис. 11). Как видно на карте (рис.12), общее распре-

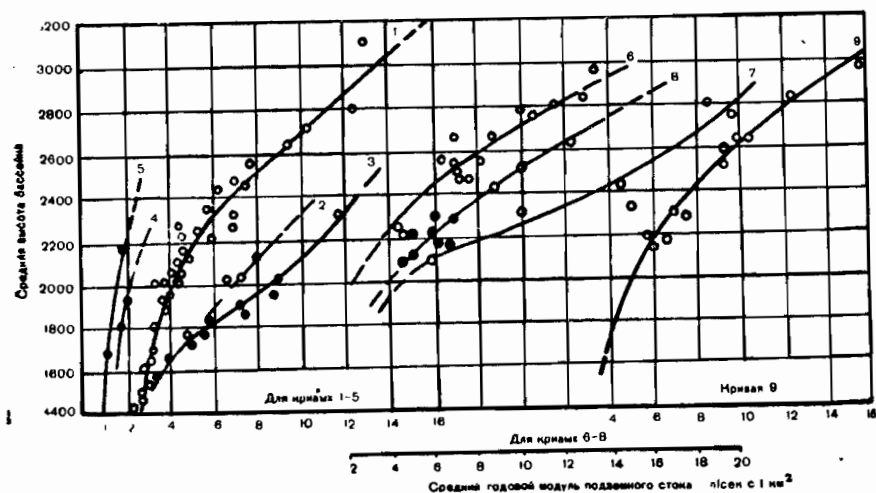


Рис. 11. Зависимость среднегодового подземного стока в реки от средней высоты водосбора:

1—реки басс. рр. Памбак (без правых притоков), Агстев, северного склона Мургузского хребта, Ахурия, Касах, Раздан (без юго-западного склона Гегамского хребта); 2—правые притоки р. Памбак; 3—р. Дебед, басс. р. Дзорaget (без р. Ташир); 4—р. Ташир; 5—реки юго-западного склона Гегамского хребта (Акунк, Гетар, Джрвеж); 6—реки басс. оз. Севан; 7—реки басс. рр. Азат, Веди, Арпа (без правых притоков); 8—правые притоки р. Арпа; 9—реки басс. р. Мегригет, Вохчи, Воротан.

деление модулей подземного стока на территории республики характеризуется изменением модулей от 0,5 до 14 л/сек с 1 км² и



Рис. 12. Карта среднегодового модуля подземного стока (в л/сек км²) в реки Армянской ССР.

следующими основными закономерностями: по мере удаления от Каспийского моря и поднятия высоты местности происходит общее их увеличение.

В первом гидрогеологическом районе наиболее богатым подземными водами является массив г. Арагац. Модуль стока доходит здесь до 14 л/сек с 1 км². Сравнительно беднее подземными водами бассейна р. Агстев. Модули колеблются здесь от 3 до 7 л/сек км². На реках северного склона Мургузского хребта модуль подземного стока не превышает 4 л/сек км².

Таблица 8

Среднегодовые модули подземного стока (в л/сек с 1 км²—числитель), и их градиенты (в л/сек с 1 км² на 100 м поднятия высоты-знаменатель) на территории Армянской ССР

№№ гидрогеологических районов по рнс. 11	Интервалы высот, в м							
	1400—1600	1601—1800	1801—2000	2001—2200	2201—2400	2401—2600	2601—2800	2801—3000
1	2,8 0,0	3,2 0,15	3,8 0,35	4,6 0,6	6,0 0,9	8,0 1,0	10,3 1,2	12,5 0,6
2			6,0 0,9	8,0 1,0	10,0 1,0			
3	3,2 0,5	4,5 0,6	7,5 1,5	10,0 1,2	11,8 0,9	13,4 0,8		
4		1,6 0	2,0 0,2	2,6 0,3				
5	1,0 0	1,2 0,1	1,4 0,1	1,7 0,15	2,4 0,35			
6				3,0 0,4	5,0 1,0	7,0 1,0	0,6 1,3	13,4 1,4
7				6,0 1,0	11,0 2,6	15,4 2,2	18,4 1,5	20,6 1,1
8			3,0 0,6	5,0 1,0	7,0 1,0	10,0 1,5	13,2 1,6	16,6 1,7
9		3,8 0,3	4,6 0,4	5,6 0,6	7,0 0,7	8,8 0,9	10,8 1,0	13,6 1,4

Второй гидрогеологический район охватывает правые притоки р. Памбак. Бассейны этих рек сложены вулканическими породами, способствующими образованию обильного подземного стока. Этому способствуют также наличие леса (до 40%) и большое количество осадков. Модуль стока колеблется здесь от 4 до 10 л/сек.

Третий район охватывает басс. р. Дзорагет. Породы здесь очень влагообильны и модуль стока доходит до 10—12 л/сек км². Бассейн Дзорагета сложен туфами, базальтами и андезитобазальтами. Горные породы здесь сильно трещиноватые. Под лавой находятся подстилающие коренные породы, являющиеся хорошим водоупором. В контакте лавовых трещиноватых пород имеются выходы мощных родников. Кроме того, уклон бассейна незначительный в его средней части, а бассейн покрыт горнолуговыми

почвами. Все это способствует улучшению гидрогеологических условий формирования подземного стока.

Небольшие модули подземного стока четвертого гидрогеологического района объясняются в основном незначительной глубиной эрозионного вреза р. Ташир, а в пятом—сухостью климата. Модули стока не превышают здесь 3 л/сек км².

Сравнительно богат подземными водами также басс. оз. Севан (4—14 л/сек км²). Наиболее богатыми здесь являются реки Геварагет, Джил, Масрик, Карчахпюр.

Наиболее высокие модули подземного стока имеют место на реках восьмого гидрогеологического (до 20 л/сек км²) и седьмого (16 л/сек км²) районов.

Графики рис. 11 построены по значительному количеству точек и являются достаточно надежными. Региональная оценка подземного стока в неизученные реки рекомендуем производить с их помощью. Для этого потребуется определить только среднюю высоту водосбора данной неизученной реки.

Общий подземный сток в реки Армянской ССР (Q_n), как показали исследования, состоит из родникового (Q_r), формирующегося в пределах водосборных бассейнов и поступающего в реки поверхностным путем и дренажного стока (Q_g), представляющего собой скрытую разгрузку подземных вод непосредственно в русло.

Для определения Q_r учитывались все родники в бассейне с дебитом более 0,1 л/сек. Дренажный сток подсчитывался по выражению

$$Q_g = Q_n - Q_r. \quad (11)$$

Результаты выполненных работ для среднего по водности года по замыкающим створам основных рек республики приведены в табл. 9.

Как показывают данные табл. 9, в среднем по республике около 33% общего речного стока приходится на долю подземной составляющей (74 м³/сек или 2331 млн. м³ за средний по водности год). В расчетах не учтен сток р. Севджур, формирование которого, как известно, осуществляется в основном подземным питанием. При учете подземной составляющей стока р. Севджур эти цифры несколько увеличатся (соответственно 40,4% и 2831 млн. м³ или 89,9 м³/сек).

Выдержанные водоносные горизонты на территории Армянской ССР, как было указано, приурочены к межгорным впадинам, где происходит формирование артезианских бассейнов и бассейнов грунтовых вод. По положению на начало 1985 г. выявлено 17 бассейнов подземных пресных вод, эксплуатационные запасы которых всех категорий изученности, утвержденные Государст-

Таблица 9

Естественные ресурсы подземной составляющей общего речного стока Армянской ССР (родниковый и дренажный сток)

Бассейны рек	Ресурсы подземных вод, млн м ³			в % от общего речного стока
	родниковый сток	дренажный сток	всего	
Ахурян	98,5	86,2	184,6	18,3
Дебед	91,0	280	371	32,8
Агстев	21,0	76,0	97,0	28,0
Ахум	1,6	16,1	17,7	32,0
Тавуш	0,94	3,8	4,7	29,0
Хндзорут	1,0	10,5	11,5	33,4
оз. Севан	212	100	312	44,4
Раздан	180	125	305	43,2
Касах	115	28,6	143,6	31,8
Азат	81,0	28,0	109	56,6
Веди	8,2	17,5	25,7	44,1
Арпа	128	175	303	43,9
Воротан	125	180	305	44,2
Вохчи	56,4	24,1	80,5	28,4
Мегригет	17,5	13,4	30,9	32,5
Итого (с окр.)	1137	1164	2301	33,2

венной и территориальной комиссиями по запасам полезных ископаемых (ГКЗ и ТКЗ), составляют 2129,3 млн. м³/год.

Основные запасы подземных вод республики находятся в Араратской равнине, где их использование имеет исключительно большое значение для этой самой густонаселенной, с развитым сельскохозяйственным и промышленным производством территории республики. Поэтому остановимся более подробно на условиях формирования и возможностях эффективного использования этих вод.

Араратский артезианский бассейн представляет собой впадину, расположенную между крупнейшими вулканическими горными массивами Большого Арарата, Арагаца и Гегамского хребта. Впадина заполнена, в основном, озерно-аллювиальными отложениями и потоками лав андезито-базальтового состава. Толща озерно-аллювиальных отложений имеет в целом линзообразную форму залегания и достигает наибольшей мощности 400 м в центральной, глубоко прогнутой части впадины. В составе толщи выделяется ряд водоносных вулканических и песчаных горизонтов, разделенных горизонтами водоупорных озерных глин и суглинков, местами переслаиваемых также четвертичными лавами и туфами.

Площадь водосборного бассейна Араратской долины составляет примерно 7200 км² (река Аракс разделяет долину на две части, из которых правобережная расположена на территории Тур-

ции), длина 150 км, наибольшая ширина в центральной части 50 км.

Питание водоносных горизонтов Араратского бассейна происходит через трещиноватые андезито-базальтовые формации третичного и четвертичного возрастов и четвертичные подрусловые отклонения, главным образом погребенной речной сети.

В Араратском артезианском бассейне довольно четко выделяются три связанных между собой водоносных горизонта, образующие единую систему: а) горизонт грунтовых вод, б) первый напорный и в) второй напорный водоносный горизонт.

Грунтовые воды занимают площадь около 600 км², питаются за счет атмосферных осадков, речных и оросительных вод, а также за счет нижележащих напорных вод. Уровень стояния этих вод различен в разных частях бассейна и колеблется от 0 до 10—15 м.

Первый—подозерный—напорный водоносный горизонт приурочен к породам озерно-речного комплекса. Горизонт воды залегает на глубине от 10 до 50 м от поверхности земли, мощность колеблется в пределах 10—15 м. Воды имеют большое гидростатическое давление и фонтанируют с напором до 6 м от поверхности земли. Этот горизонт напорных вод занимает площадь около 750 км².

Второй напорный субартезианский и подозерный горизонт приурочен к трещиноватым андезито-базальтам и залегает на глубине от 15 до 200 м от поверхности земли. Напор доходит до 10—12 м.

Воды обоих напорных горизонтов используются скважинами с дебитом от 0,5 до 100 л/сек (расходы воды в скважинах увеличиваются от периферии к центру бассейна). Большинство скважин фонтанирует.

На основной площади распространения водоносных горизонтов 95% напорных вод являются пресными с минерализацией от 200 до 1000 мг/л. В центральной части бассейна развиты слабосоленоватые воды с минерализацией от 1 до 3 г/л. Химический состав напорных вод гидрокарбонатно-кальциево-натриевый, у северо-восточной границы—сульфатные и хлоридные.

Ориентировочные подсчеты некоторых гидрогеологов показывают [27, стр. 66], что статические запасы напорных вод (без грунтовых) всего Араратского артезианского бассейна (включая и турецкую часть) составляют около 27,6 млрд. м³, что почти равно объему воды в оз. Севан.

По последним данным Управления геологии Армянской ССР балансовые эксплуатационные ресурсы Араратского бассейна оцениваются в 1226,2 млн. м³, или 38,9 м³/сек. Из этих вод в виде родников (Мецамор-Севджурские, Капутлические и Новрузлинские)

выклинивается 604 млн. м³ в год или 19,2 м³/сек, которые учтены в общем стоке р. Севджур.

Таким образом, ежегодно восполняемые эксплуатационные запасы всех категорий вод, не выклинивающих на поверхность бассейна в виде родников, составляют 622,2 млн. м³, или 19,8 м³/сек. Остальные запасы пресных подземных вод республики расположены в Сюникском экономическом районе—около 177 млн. м³ в год; Мазринском артезианском бассейне (северо-восток бассейна оз. Севан)—124 млн. м³; Ленинанканском артезианском бассейне (среднее течение р. Ахурян)—115 млн. м³; Лорийском экономическом районе (верхнее и среднее течение р. Памбак)—около 70 млн. м³ в год. Некоторые запасы имеются в районе водораздела рек Памбак и Агстев (Фиолетовский артезианский бассейн) и в ряде горных впадин.

Если предположить, что со временем запасы подземных вод категории С₁ и С₂ будут более подробно изучены и станет возможным их перевод в категории А и Б, то общие годовые ресурсы пресных подземных вод республики будут равны 1525 млн. м³. Однако воды Мазринской котловины в бассейне оз. Севан не могут служить дополнительными ресурсами, т. к. они являются составной частью водного баланса озера и учитываются при определении свободного стока из него. За вычетом этих вод общие эксплуатационные запасы подземных вод республики, которые в перспективе могут быть использованы на нужды народного хозяйства, составят 1401 млн. м³ в год. В настоящее же время общие эксплуатационные запасы подземных вод можно принять порядка 800 млн. м³.

Таким образом, общие водные ресурсы республики, с учетом половинной доли стока пограничных рек и подземных вод, составят за средневодный год 7815 млн. м³, за год 75%-ой обеспеченности 6760 млн. м³ и 95%-ой обеспеченности—5600 млн. м³.

С учетом изложенного, водный баланс территории республики для средних условий имеет следующий вид: осадки—18482 млн. м³ [4], испарение—8863 млн. м³ (48,0%) [55], поверхностный сток—4684 млн. м³ (25,3%), подземный сток в реки: в виде родников—1771 млн. м³ (9,6%), дренируемый руслами рек—1164 млн. м³ (6,3%), поступающие в артезианские бассейны—1525 млн. м³ (8,2%), уходящий за пределы территории республики—475 млн. м³ (2,6%).

2.6. Ресурсы минеральных вод, озер и водохранилищ

Армянская ССР относится к числу богатых гидроминеральными ресурсами регионов СССР. На территории республики на-

считывается 625 источников минеральной лечебной воды с общими суммарными запасами в 208 л/сек [55]. Суммарный же дебит всех гидроминеральных вод составляет около 800 л/сек или 25,2 млн. м³ в год.

К числу минеральных вод лечебного значения относятся источники: Анкаван (44,1 л/сек), Личк (31,4 л/сек), Кировакан (Лори) (22,4 л/сек), Севан (19,7 л/сек), Арзни (19,1 л/сек), Джермук (17 л/сек) и др. (табл. 10).

На долю Анкаванского, Личского и Кироваканского месторождений приходится более половины утвержденных запасов эксплуатационных минеральных вод. Второе место по ресурсам занимают Севанские, Арзнинские, Джермукские месторождения (около 32%).

Приведенные выше данные по ресурсам гидроминеральных вод ориентировочны, т. к. учтены в настоящее время лишь изливающиеся на земную поверхность воды. В дальнейшем ресурсы минеральных вод могут быть значительно повышены за счет открытия новых месторождений.

Минеральные воды Армении отличаются большим разнообразием состава, температуры и лечебных свойств. По химическому составу встречаются: гидрокарбонатно-кальциевые (типа араратских), хлоридно-гидрокарбонатно-кальциевые (типа анкаванских), сульфитно-гидрокарбонатно-натриевые (типа джермукских), гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые (типа арзнинских), гидрокарбонатно-натриевые (типа дилижанских) и гидрокарбонатно-сульфатные (типа ереванских).

Ведущим типом является углекислый, менее распространены азотно-углекислые (Арарат, Арагац и др.) и углекисло-сероводородные (Ленинаканское плато, Сарцали и др.).

Минеральные воды Армении подразделяются на 4 группы по минерализации: от очень мало минерализованных (0,2—0,5 г/л), до высокоминерализованных (35—50 г/л). Углекислый газ в свободном состоянии содержится почти во всех минеральных источниках, за исключением сульфатных и сульфатно-гидрокарбонатных. Содержание его колеблется от 0,1 до 3 г/л и более. Преобладающая часть минеральных вод относится к холодным (с температурой от 4 до 20°C). К средне-температурным (20—35°C) относятся мощные по дебиту источники Араратские, Саят-Нова, Ведишские, Сисианские, Урутские, Шамбские, Маймехские и др., а высокотемпературным: «Джермук» (до 64°C), «Анкаван» и «Арзакан» (42—54°C).

Гидроминеральные ресурсы республики в сочетании с благоприятными природно-климатическими условиями открывают большие перспективы для развития санаторно-курортного дела, а так-

же промышленного розлива этих вод. Однако, в настоящее время, для бальнеологического лечения используются минеральные воды 3 месторождений: Джермукского, Арзнинского и Анкаванского, притом всего лишь около 7% их эксплуатационных запасов, промышленный розлив—около 5%, а получение углекислого газа—тоже около 5%. Слишком велики потери, имеет место нерациональное использование минеральных вод. Допускаются отклонения от технических схем эксплуатации на Джермукском месторождении, а Севанское, Кироваканское и Вединское месторождения не имеют технических схем эксплуатации. На некоторых заводах по розливу минеральных вод находятся в неудовлетворительном состоянии магистральные трубопроводы и оборудование, что приводит к сверхнормативным потерям минеральных вод.

В республике не ведутся работы по изучению проблемы получения лечебных солей и извлечения редких элементов из высокоминерализованных подземных вод. Необходимо упорядочить расход гидроминеральных вод путем правильного каптажа и консервации тех источников-скважин, использование которых в ближайшее время не предусматривается. Требуется решения вопрос о промышленном использовании углекислого газа, выделяемого из многих источников. Интересы народного хозяйства республики требуют всемерного разветвления комплексного изучения и увеличения гидроминеральных ресурсов, выяснения очагов подземного тепла, определения геотермального потенциала республики.

Таблица 10

Запасы и использование источников минеральных вод Арм. ССР (на 1/1—1986 г.)

Наименование месторождений	Утвержденные запасы, в л/сек	Дебит скважин, в л/сек	Использование, л/сек			
			для розлива	для получения углекислого газа	для лечения	всего
Джермукское	17,0	5,8	1,9	—	2,3	4,2
Арзнинское	19,1	19,1	1,9	4,5	2,9	9,3
Бжниинское	10,1	2,3	1,9	—	—	1,9
Анкаванское	44,5	1,2	0,2	—	0,2	0,4
Лучское	31,4	5,8	0,5	5,0	—	5,5
Севанское	19,7	5,0	0,7	—	—	0,7
Вединское («Ара-рат»)	8,4	1,5	1,0	—	—	1,0
Кироваканское («Лори»)	22,4	0,2	0,1	—	—	0,1
Дилижанское	1,0	1,0	1,0	—	—	1,0
Всего:	174	41,9	9,2	9,5	5,4	24,1

В настоящее время на территории Армянской ССР насчитывается 115 больших и малых пресных озер, водохранилищ и прудов с суммарным объемом 36,3 км³. Среди них крупными являются оз. Севан—объемом 36,3 км³ (на начало 1987 г.), Арпилич—105 млн. м³, Ахурянское водохранилище—260 млн. м³ (половинная доля СССР), Апаранское—91 млн. м³, Толорское—80 млн. м³, Азатекское—70 млн. м³, Джогазское—45 млн. м³, Кечутское—24 млн. м³, Карнутское—23,1 млн. м³, Манташское—8,2 млн. м³. Ведется строительство ряда водохранилищ. Действуют 27 водохранилищ (объемом более 1 млн. м³) с общим объемом 1060 млн. м³, полезным объемом 950 млн. м³ и площадью зеркала 94,7 км². Из них используются: для орошения земель, обводнения и водоснабжения зимних и летних пастбищ—19, энергетики—6, рекреационных целей—1 и комплексного использования (орошение, водоснабжение населенных пунктов)—1. В республике в настоящее время имеется также 50 водохранилищ объемом менее 1 млн. м³ и с общим объемом около 9 млн. м³ и площадью зеркала около 270 км². В 1986 г. в республике велось строительство 9 водохранилищ с общим объемом более 620 млн. м³ и полезным более 560 млн. м³.

Согласно постановлению ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 13 октября 1977 г. за № 925 «О мерах по дальнейшему развитию и повышению эффективности орошаемого земледелия Армянской ССР» предусматривается строительство в республике до 1990 г. 16 водохранилищ с полезным объемом около 1 км³. В их числе Егвардское, Октемберянское, Аршалуйское, Мясникянское, Разданское и другие. Осуществление этой программы даст возможность дополнительно накапливать и использоваться в два с половиной раза больше воды, чем ежегодно выпускается из оз. Севан. За счет государственных капитальных вложений будет введено в эксплуатацию 45 тыс. гектаров орошаемых земель, предусмотрено строительство оросительных систем и повышение их водообеспеченности на площади 66 тысяч гектаров, должно быть обводнено 90 тысяч гектаров пастбищ. Будет мелиорирована и орошена почти вся предгорная зона Араратской долины. Завершено строительство Ахумского водохранилища и Ранчпарской насосной станции, ведутся работы по строительству Гергерского, Гетикского, Давидбекского и Егвардского водохранилищ. Разработаны технико-экономические обоснования строительства ряда новых водохранилищ. Проводится реконструкция некоторых созданных водохранилищ с целью повышения их устойчивости и уменьшения потерь воды.

Наряду с крупными водохранилищами в республике строятся и мелкие водохранилища объемом от 1 до 5 млн. м³. Опыт эксплуатации таких водохранилищ показывает их эффективность.

Строительство большого числа мелких водохранилищ создаст

возможность для наиболее полного использования поверхностного стока, задержания его на наиболее высоких отметках, поднятия водообеспеченности орошаемых земель и обводненных массивов аккумуляирования сбросных вод в зонах существующего орошения, защиты сельскохозяйственных угодий и народнохозяйственных объектов от паводков и селевых потоков.

Уже разработаны предложения по созданию малых водохранилищ для накопления 610 млн. м³ воды. В качестве первоочередных выбрано 108 водохранилищ, которые будут построены во всех районах республики. Сооружение этих водохранилищ должно быть осуществлено до 1995 г. Осуществление этих крупномасштабных водостроительных работ поможет решить имеющую для нашей маловодной республики важнейшую жизненную проблему—обеспечение водой сельского хозяйства и других отраслей народного хозяйства.

Ниже в таблице 11 приводятся параметры некоторых малых озер Армянской ССР.

Все эти озера олиготрофные, вода в них чистая и прозрачная, отличается незначительной минерализацией (50—90 мг/л). Используются для водопоя отгонного животноводства в летнее время, а озера Кари, Акналич, Севлич и Мецмор—также и для орошения.

Таблица 11

Некоторые малые озера Армянской ССР

Название озер, местонахождение	Высота над уровнем моря, в м	Площадь, в км ²	Объем, в млн. м ³
Севлич, вершина г. Ишханасар	2708	1,8	11,6
Акналич, Гегамский хребет	3038	0,8	2,5
Капутан, Зангезурский хребет	3299	0,13	0,47
Кари, массив г. Арагац	3190	0,12	0,36
Мецмор, Араратская долина	853	0,07	0,31
Светлый лиман, Лорийское плато	1480	0,12	0,30
Парзлич, бассейн р. Агстев	1334	0,03	0,08

В конце остановимся на вопросе о водообеспеченности республики. Как было указано выше, водные ресурсы Армянской ССР за средний по водности год составляют 7815 млн. м³. Из указанного количества водных ресурсов 1405 млн. м³ (около 18%) поступает с территории Турции, остальное—6410 млн. м³ формируется на территории республики.

Средняя водообеспеченность территории Армянской ССР со-

ставляет 215,1 тыс. м³ в год на 1 км², а с учетом вод, поступающих с территории Турции—262,2 тыс. м³ в год. По показателю обеспеченности местными водами республика занимает восьмое место, а по суммарной водообеспеченности—пятое место в СССР. По удельной водообеспеченности на душу населения Армянская ССР занимает среди союзных республик одно из последних мест—2,28 тыс. м³ в год на одного человека (на начало 1985 г.) против среднесоюзной водообеспеченности в 17,3 тыс. м³ в год, т. е. меньше чем в 7,6 раза. Расчеты показывают, что этот показатель снизится в 1990 г. до 2,10, а в 2000 г.—1,89 тыс. м³ (табл. 12).

Особенно бедны водными ресурсами Араратский, Ширакский и Севанский экономические районы. К концу 2000 г. в этих районах удельная водообеспеченность составит всего 0,90—1,40 тыс. м³. Сравнительно богаты водными ресурсами Сюникский, Аггтевский и Лорийский экономические районы.

Таблица 12

Водные ресурсы и водообеспеченность
экономических районов Армянской ССР

Экономические районы	Водные ресурсы, в млн. м ³	Водообеспеченность, в тыс. м ³ /год на 1 чел.				
		1980 г.	1985 г.	1990 г.	1995 г.	2000 г.
Араратский	2803,2	1,64	1,50	1,41	1,34	0,88
Ширакский	732,2	1,92	1,75	1,61	1,51	1,43
Лорийский	1239,2	3,41	3,15	2,92	2,72	2,58
Аггтевский	538,0	3,98	3,56	3,22	3,06	2,91
Севанский	707,0	2,11	1,84	1,62	1,51	1,42
Сюникский	1795,4	8,98	8,10	7,45	7,01	6,80
Армянская ССР	7815	2,51	2,28	2,10	1,98	1,89

Из административных районов особенно бедны водными ресурсами районы им. Камо, Севанский, Артикский и Талинский, где на одного жителя приходится от 0,4 до 1,1 тыс. м³ воды в год. Кроме них исключительно бедны подземными водами также районы: Спитакский, Анийский, Гугаркский, Туманянский, Иджеванский, Ноемберянский, Красносельский, Шамшадинский, Ехегнадзорский, Кафанский. Сравнительно богаты общими водными ресурсами Сисианский, Азизбековский и Арагацский районы, где годовое количество воды на одного жителя составляет от 16 до 20 тыс. м³.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ АРМЯНСКОЙ ССР

3.1. Общая характеристика использования водных ресурсов

Водные ресурсы Армянской ССР главным образом используются в целях орошения земель, обводнения пастбищ, водоснабжения населенных мест и промышленности, рыбного хозяйства, а также для получения электроэнергии.

Ниже в табл. 13 приводятся сведения об использовании воды по отдельным отраслям народного хозяйства республики за VIII—XI пятилетки.

Таблица 13

Использование воды в народном хозяйстве Армянской ССР по отдельным отраслям (по данным бывшего Госкомитета СМ Армянской ССР по использованию и охране поверхностных и подземных вод)

Водопотребление, водопользование	Пятилетки								Среднее	
	VIII		IX		X		XI			
	в млрд. м³	в %	в млрд. м³	в %	в млрд. м³	в %	в млрд. м³	в %	в млрд. м³	в %
Общее водопотребление (с округлением)	13,9	100	17,1	100	17,8	100	18,8	100	16,9	100
в том числе:										
а) орошение	11,4	11,8	12,9	75,4	13,1	73,5	13,6	72,3	12,8	75,8
б) промышленное водоснабжение	1,16	8,3	1,98	11,6	2,02	11,3	2,08	11,0	1,81	10,7
в) коммунально-бытовое водоснабжение	1,25	9,0	1,63	9,6	2,17	12,1	2,24	11,9	1,82	10,8
г) рыбное хозяйство	0,12	0,9	0,58	3,4	0,55	3,1	0,92	4,8	0,44	2,7
Общее водопользование (получение электроэнергии)	9,32	—	9,13	—	9,85	—	11,6	—	9,98	—

Из приведенных данных видно, что наибольшее количество воды используется для орошения земель (около 75%), на втором месте—коммунально-бытовое водоснабжение (около 12%), на третьем—промышленное водоснабжение (около 11%). Около 2% приходится на долю рыбного хозяйства.

В многолетнем разрезе наибольший рост водопотребления имеет место в коммунальном хозяйстве (за 20 лет около 3 пунктов) и промышленности (также около 3 пунктов). Значительно возросла доля в общем водопотреблении республики рыбного хозяйства (0,9% в VIII пятилетке и 4,8%—в XI). Вместе с тем значительно снизилась доля ирригации: в VIII пятилетке—81,8%, в XI—72,3%. Уменьшение удельного веса орошения объясняется ограниченными возможностями водных ресурсов в зонах, требующих орошения земель.

Для всех отраслей народного хозяйства республики наблюдается тенденция увеличения объема водопотребления. Так, если в VIII пятилетке общее водопотребление и водопользование составляли соответственно 13,9 и 9,32 млрд. м³, то в XI пятилетке они составили 16,8 и 11,6 млрд. м³, т. е. увеличились в 1,35 и 1,24 раза.

Количество водопотребителей, состоящих на учете в органах водного надзора республики, составляет на конец 1985 г.—2450, в том числе мелиоративных объектов—1000, рыбоводческих хозяйств—13, остальные—объекты промышленности и коммунально-бытового хозяйства. Забор свежей воды составил 4177 млн. м³, использовано из них 3494 млн. м³ (или 84%) в том числе сельское хозяйство 3059 млн. м³ (или 73,2% всех забираемых вод), использовано 2500 млн. м³ (или 81,7%): коммунально бытовое хозяйство—728 млн. м³ (17,4%), использовано 471 млн. м³ (65%); промышленность 231 млн. м³ (5,5%), использовано 523 млн. м³ (226%); рыбное хозяйство 159 млн. м³ (3,8%), использовано 159 млн. м³ (100%). Потери воды при транспортировке в магистральных каналах и водопроводных системах составили 683 млн. м³, или около 16% забираемой воды, что несколько ниже, чем общесоюзные показатели: 43 млрд. м³, или 21% [48]. Безвозвратное же водопотребление, с учетом потерь воды в технологических процессах и при транспортировке достигло 3382 млн. м³, или 94,4% от общего водопотребления.

Из использованных в народном хозяйстве водных ресурсов 4177 млн. м³ около 70% приходится на долю поверхностных, остальные—подземных вод, в том числе соотношение этих источников в отраслях народного хозяйства: сельское хозяйство—87 и 13%, жилищно-коммунальное хозяйство—46 и 54%, промышленность—70 и 30%.

Рассмотрим более подробно отдельные виды водопользования.

3.2. Сельскохозяйственные водные мелиорации

В научном и практическом понимании мелиорация представляет собой широкий комплекс работ, проводимых с целью улучшения качества почв, поддержания их естественного плодородия и роста урожайности сельскохозяйственных культур. Мелиорация— это охрана от эрозии и засоления, посадка полезащитных лесных полос, снегозадержание, известкование кислых и гипсование солонцеватых почв, агротехнические мероприятия и другие прогрессивные способы обработки почв, а всего около 40 различных видов мелиоративных мероприятий, среди которых водные орошения и осушение— лишь один из многих.

Однако на водные мелиорации в нашей стране в среднем в год расходуется около 6 млрд. рублей капиталовложений и сотни миллионов рублей на текущие затраты. А на все остальные виды мелиораций, на меры по охране, рациональному использованию и повышению плодородия почв ежегодно выделяется 0,2 млрд. рублей, т. е. в 30 раз меньше*.

Аналогичная картина имеет место и в нашей республике: на водные мелиорации около 130 млн. рублей, на остальные виды мелиорации—около 3 млн. рублей, т. е. в 43 раза меньше.

Сосредоточение основной доли государственных вложений в мелиорацию на относительно небольшой части площади сельскохозяйственных угодий в ущерб подавляющей их части приводит к нежелательным последствиям: резко падает в земледелии эффективность капитальных вложений и использование основных фондов из-за эрозии и недостаточного комплекса мелиоративных мероприятий снижается естественное плодородие почв.

В нашей республике до недавнего времени ограничивались лишь односторонним проведением водохозяйственных работ: строительство оросительных и осушительных систем, причем без современных средств автоматизации процесса распределения воды по полям и управления режимом орошения, не учитывая, что простой подачей поливной воды к полю невозможно решить проблему рационального использования земельных и водных ресурсов.

* Газета «Правда», 12 февраля 1986 г.

В указанных условиях вопросы улучшения почв остаются вне сферы внимания и по существу они используются как объект, на который щедро выделяются средства.

Продолжается порочная практика безхозяйственного отношения к использованию наших скромных ресурсов. Если в СССР на душу населения приходится 0,85 га пашни, то в Арм. ССР с 0,45 га в 1950-х годах снизилась на сегодня до 0,14 га. Характерна в этом отношении Аракатская равнина, которая, занимая всего 4% от общей территории республики, дает более 40% валового дохода земледелия, однако за этим внешним благополучием скрывается неблагоприятная картина. Из 100 тыс. га потенциально пригодных для сельского хозяйства земель, используется примерно лишь 70 тыс. га, из коих одна треть в той или иной мере содержит повышенное количество солей, причем процесс соленакопления не за-
тухает, а прогрессирует, снижая плодородие почв.

По данным НИИ почвоведения и агрохимии Госагропрома Армянской ССР более 40% земель Аракатской равнины переувлажнено, из года в год, несмотря на большие затраты, мелиоративное состояние равнины ухудшается.

В 1985 г. по сравнению с 1982 г. по данным этого же института в Аракатской равнине площади сильно переувлажненных почв, где грунтовые воды залегают выше 100 см, увеличились более чем втрое, а расположенные на глубине 100—150 см—вдвое, что обусловлено неудовлетворительным состоянием оросительных систем.

Общая площадь сельскохозяйственных угодий Армянской ССР по положению на 1 ноября 1985 г. составила 1347,9 тыс. га (около 45% всей территории республики), в том числе пашни—482,9 тыс. га, многолетние насаждения—80,5 тыс. га, пастбища—648,7 тыс. га, сенокосы—133,9 тыс. га, залежи—2,1 тыс. га. Из этой площади сельхозугодий в мелиоративный фонд (брутто) республики по данным института «Армгипроводхоз» ММ и ВХ СССР включена площадь 1088,8 тыс. га, а с учетом отвода земель под строительство в перспективе—1086 тыс. га. Мелиоративный фонд нетто принят 952 тыс. га. На 1.XI.1986 г. здесь орошалось 310,5 тыс. га, а из них сельскохозяйственного производственного назначения 288,7 тыс. га. Реконструкция оросительных систем намечается по всей орошаемой площади (около 300 тыс. га), мелиоративное улучшение—на площади 21 тыс. га, а ввод площадей обводнения пастбищ—240 тыс. га.

Орошение площади и расходуемые на эти цели воды за последние две пятилетки имеют следующую картину (табл. 14).

Использование воды в сельском хозяйстве Армянской ССР
(средние за X и XI пятилетки)

Пяти- летки	Орошаемая площадь, тыс. га			Использованная вода	
	средняя за пяти- летку	использо- вано в с/х про- изводст- ве	факти- чески поливо	в млн. м ³	на 1 га в тыс. м ³ /га
X	263,3	259,3	226,1	2614	12,0
XI	282,5	276,2	261,2	2795	10,7

Данные этой таблицы показывают, что за все рассмотренные годы имело место значительное недоиспользование орошаемых земель (в среднем около 10%). Причиной неполития явились: недостаток воды в источниках орошения, отсутствие капитальной планировки, неисправность внутрихозяйственных и межхозяйственных каналов и др.

Обращает на себя внимание также и удельное водопотребление, которое в среднем на 25% больше нормы. Это обусловлено тем, что очень медленно внедряется передовая технология орошения, долгие годы не решается вопрос ночного полива, не поднимается коэффициент полезного действия оросительных систем (около 55%).

На многих межхозяйственных и внутрихозяйственных каналах отсутствуют водоизмерительные приборы и устройства, поэтому количество забираемой воды учитывается приближенно, косвенным методом. До настоящего времени не разработаны научно обоснованные нормы полива сельскохозяйственных культур, орошение производится без контроля и соблюдения агротехнических правил. Недостаточна степень механизации и автоматизации полива, медленно внедряются в производство прогрессивные способы, приемы и методы мелиорации, обеспечивающие оптимальный водный режим [49].

В настоящее время площадь орошаемых земель, поливаемая новой техникой, составляет всего 32 тыс. га, или около 11% общей орошаемой территории. Отдельные хозяйства не в должном порядке подготавливают для полива поля орошения, не всегда проводят межполивную обработку почвы, не всегда соблюдают требования техники полива и т. д. По положению на начало 1986 г. общая протяженность постоянных оросительных каналов составила 18,54 тыс. км, в т. ч. 4,05 тыс. км межхозяйственных и 14,49 тыс. км. внутрихозяйственных. Из общей протяженности оросительных каналов облицовано противифльтрационной одеждой 11,2 тыс. км, или 64,4%, в том числе межхозяйственных—3,2 тыс.

км (79,0%) и внутрихозяйственных—8,0 тыс. км (55,2%). Эти данные показывают, что техническое состояние оросительных систем все еще остается весьма неудовлетворительным, что приводит к низкому КПД оросительных систем. Низка культура мелиоративного обслуживания. Сейчас потребность хозяйств республики в мелиоративной службе обеспечивается всего на 12%, потребность поливальщиков удовлетворяется всего на половину*.

Мелиорация земель стала решающим фактором увеличения производства сельскохозяйственной продукции республики. Орошаемая пашня составляет всего 21,2% (282,2 тыс. га) всех сельскохозяйственных угодий Армянской ССР, и вместе с тем, обеспечивает до 82% валовой продукции земледелия. К 2000 г. площадь орошаемых земель предусмотрено довести до 470 тыс. га. В этих условиях исключительно большое значение приобретает рациональное использование воды во всех отраслях народного хозяйства, и особенно, в сельском хозяйстве.

Наряду с ростом потребления поверхностных вод значительно возрастает и потребление подземных вод, значительная часть которых находится в Араратской долине. Однако следует отметить, что подземные воды Араратской равнины используются не полностью и нерационально. Аналогичная картина имеет место и с использованием подземных вод в других районах республики.

По положению на начало 1986 г. в республике имелось 2326 скважин с общим дебитом 73,7 м³/сек. Из них 1078 являются самоизливающимися с общим дебитом 37,2 м³/сек. В Араратской равнине действуют 895 самоизливающихся скважин с общим дебитом 35,8 м³/сек и 1140 несамоизливающихся с общим дебитом 34,3 м³/сек. Основные недостатки использования подземных вод Араратской равнины кроются в бессистемном и недостаточно качественном бурении скважин (затрубный выход подземных вод) и плохой эксплуатации скважин.

Из указанного количества самоизливающихся скважин 170 находятся в технически неисправном состоянии и требуют ремонта или ликвидации. Многие из них не имеют ведомственной принадлежности**.

Особенно в неудовлетворительном состоянии находятся самоизливающиеся скважины Масисского района, где сосредоточено около половины скважин Араратской равнины. Это приводит к нерациональному использованию подземных вод, истощению их запасов и повышению уровня грунтовых вод. Ежегодно потери подземных вод достигают более 150 млн. м³, в том числе 80% по

* Газета «Коммунист», 16 февраля 1985 г.

** Постановление Совмина Арм. ССР от I.X.1982 г. № 621 «О мероприятиях по улучшению использования подземных вод Араратской равнины».

Масисскому и Эчмиадзинскому районам. Кроме того, извлечение воды самоизливающимися скважинами привело к снижению эффективности использования этих вод, т. к. после окончания вегетационного периода они становятся бесполезными сбросами и фактором ухудшения мелиоративного состояния земель. На коммунальные нужды в этот период используется незначительная доля подземных вод. Таким образом, эксплуатационные запасы подземных вод Араратской равнины используются в настоящее время только в оросительный период, а в неоросительный период — сбрасываются в р. Раздан (Каспийское море).

Кардинальным средством предотвращения бесполезных сбросов и потерь вод, а также повышения эффективности использования подземных вод следует признать в переходе в перспективе от самоизлива воды к насосной откачке подземных вод. В настоящее же время необходимо повсеместно ликвидировать все артезианские скважины, построенные с нарушением технических условий (затрубный выход напорных вод). Таких скважин более 500. Охватить все остальные скважины в отдельные группы и перевести их работу на строгий крановый режим.

Араратская равнина в дальнейшем должна превращаться в подземный резервуар воды, который может выполнить роль также и регулятора неиспользуемых поверхностных вод рек Аракс, Севджур, Касах и Раздан. В этом случае из Араратского бассейна можно взять, сокращая продолжительность водопользования, значительно больше. Так, только при осуществлении полного водозабора и ограничении водозабора пятью месяцами расход используемых артезианских вод можно довести до 48 м³/сек, не нарушая этим баланс подземных вод. Созданием подземного водохранилища в Араратской равнине можно значительно уменьшить потребность регулирования речного стока. Накопленные в подземном хранилище воды можно использовать не только в течение одного года, но и в течение ряда лет, т. е. такое водохранилище способно сыграть роль также и многолетнего регулятора водных ресурсов и потребности.

В деле рационального водопользования в сельском хозяйстве исключительно большое значение имеют также вопросы совершенствования хозяйственного механизма управления водопользованием. Так, предстоящая в 1986—1990 гг. передача внутрихозяйственных мелиоративных систем с баланса колхозов и совхозов и других государственных сельскохозяйственных предприятий на баланс государственных эксплуатационных организаций существенно улучшит состояние сельскохозяйственного водопользования. У госсистем будет один хозяин, несущий прямую ответственность за учет, распределение и подачу воды вплоть до севооборотного поля.

Под техническим и организационным контролем Управления оросительных систем (УОС) будет каждый кубометр поданной к полям воды, а использование ее на поле будет находиться под постоянным контролем работников УОС и водопользователей. Впервые представляется возможность работникам УОС и водопользователям совместно и непосредственно воздействовать на урожай культур и через качество поливов.

Подытожив вышесказанное можно сказать, что модернизация магистральных и межхозяйственных каналов, противофильтрационные мероприятия, применение ЭВМ для управления процессом водораспределения и составления графика поливов, автоматизация работы затворов и задвижек способствуют уменьшению забора воды примерно на 10%. Улучшение внутриводного использования воды, более тесная увязка графика полива с потребностями растений, предотвращение избыточного орошения, совершенствование систем поверхностного и капельного орошения, комплексная мелиорация позволяет сократить водозабор еще на 20—40%.

О поднятии эффективности водопользования более подробно будет изложено ниже в главе 7.

Планомерные работы по **обводнению пастбищ** в республике начались с 1956 г. Вся площадь используемых пастбищ составляет в настоящее время около 650 тыс. га, или около половины всех сельскохозяйственных угодий. Площадь обводняемых пастбищ составляла: в 1960 г.—38,2 тыс. га, в 1975 г.—423 тыс. га, в 1985 г.—493 тыс. га. На этой территории построены и действуют около 250 обводнительных систем, которые обслуживают 434 хозяйства, в том числе 140 колхозов и 294 совхоза. Обводнительные системы оснащены необходимым количеством каптажей, открытых водозаборов, насосных станций, водополивных площадок, колодцев, делителей, вантузов и др., число которых превышает в настоящее время 10000 штук.

Основная цель обводнения пастбищ—обеспечение водопоя в пастбищный период года. Источником обводнения пастбищ служат родники и бессточные высокогорные водоемы с талыми водами. В некоторые годы при наличии воды осуществляется и орошение сенокосов. Учет обводнительной воды в республике пока не ведется, что является большим недостатком. Значительные недостатки имеются также в техническом уходе за обводнительными системами пастбищ, очень часто срываются сроки работ по восстановлению и ремонту сетей и сооружений, в результате чего нарушается нормальное водоснабжение пастбищ. Низкий уровень эксплуатации во многом обусловлен также необоснованностью проектных решений, качеством строительных работ [49].

3.3. Водоснабжение населенных мест

За последние годы в связи с ростом численности населения и повышения культурно-бытовых условий населения имело место дальнейшее улучшение водоснабжения городов, поселков городского типа, райцентров и сельских населенных мест республики путем строительства новых, реконструкции и расширения действующих систем водоснабжения.

Увеличено количество подаваемой городам и другим населенным пунктам воды, улучшена эксплуатация систем водоснабжения, повышаются качественные показатели подаваемой населению питьевой воды.

Основными источниками водоснабжения городов и других населенных пунктов республики являются родниковые воды с общим суммарным дебитом около 50 м³/сек. Родниковая вода составляет 95% всего количества подаваемой на хозяйственно-питьевые нужды населения воды. Из общего количества хозяйственно-питьевой воды около 75% подается для городского населения и 25% — для сельского.

Рассмотрим несколько подробнее возможности обеспечения хозяйственно-питьевой водой республики на ближайшую перспективу.

Выявленные в настоящее время ресурсы пресных подземных вод распределены по территории республики довольно благоприятно. Так, наиболее крупный Арагатский экономический район расположен непосредственно на территории, наиболее обеспеченной ресурсами подземных вод рек Касах—Севджур, Раздан, Азат, Веди и Арагатского артезианского бассейна. Ширакский район расположен в пределах богатого подземными водами Ширакского бассейна. К Лорийскому узлу тяготеют богатые родниковыми водами бассейны реки Дебед, а также воды Лорийской и Налбандской равнин. В Севанском районе имеются обильные родники, а также Мазринская артезианская равнина. Сюникский район охватывает водосборы рек Арпа, Воротан, Вохчи и Мегригет, а также довольно богатые родниковые воды.

Несмотря на обилие подземных и родниковых вод, водоснабжение городов и населенных пунктов нашей республики, особенно городов Ереван, Ленинакан и Кировакан пока остается неудовлетворительным. Несколько подробнее остановимся на современном состоянии водоснабжения г. Еревана, которое в некоторой степени характерно и для других городов республики.

История водоснабжения Еревана имеет вековую давность. Несмотря на наличие в окрестностях города многочисленных холодных, водообильных и высококачественных родников, население его до начала XX века страдало от нехватки воды. Первое и

женерное сооружение по обеспечению города родниковой водой было построено только в 1909—1911 гг. Поступает в Ереван вода Карасунахпюра (сорок родников) в количестве 23 л/сек (в то время город насчитывал 30 тыс. человек). Значительная часть воды использовалась для различных производственных целей, а оставшаяся не могла удовлетворить даже самые элементарные потребности населения.

После установления советской власти столица быстро стала расти, создавались новые промышленные предприятия, увеличилось население, поднялся его культурно-бытовой уровень. Воды все больше и больше не хватало для растущих потребностей. Были построены новые водоводы. В 1933 г. Ереван уже получал 615 л/сек, в 1937 г.—935 л/сек, в 1972 г.—8600 л/сек, в настоящее время—11500 л/сек воды. Город располагает сегодня мощным водопроводным хозяйством: действуют 14 водоводов с общей протяженностью 250 км, 9 насосных станций, 18 регулирующих бассейнов. На каждого жителя города приходится 890 л воды в сутки (вместе с производственными расходами) против 66 л в 1940 г., т. е. увеличилось в 14 раз.

Наряду с этим необходимо отметить, что при таком громадном количестве поступающей в город воды, в вопросах хозяйственно-питьевого водоснабжения Еревана имеются серьезные трудности. Пока вода подается населению по графику, несколько часов в сутки. Основная причина здесь в том, что более половины поступающей в город воды расходуется на производственно-технологические нужды. В Кировакане более 2/3 используется в промышленности, в Ленинакане—около половины, в Кафане—65%*. Для сравнения отметим, что, например, для подобных нужд в Праге расходуется всего 11%, Антверпене—15%, Лондоне—25% поступающей в город питьевой воды. Около 40% подаваемой населению воды теряется в водопроводах и внутренних сетях.

В 1970 г. в республике существовало около 200 источников водопользования. Из них с каптажными сооружениями—191, артезианские скважины—4, открытые источники—5. Имелись три очистные станции. В 1985 г. показатели намного улучшились; источников 340, с каптажными сооружениями—243, артезианские скважины—75, открытые источники—22. В настоящее время имеются 22 очистных сооружения на источниках водоснабжения с общей мощностью 40 млн. м³ в год.

Сравнительно в худшем состоянии находится водоснабжение сельских населенных мест. Водоснабжение сельских населенных мест в основном осуществляется из подземных (родниковых) вод. Ввиду разбросанности родников по территории республики и их

* Газета «Коммунист», 18 января 1983 г.

малых дебитов потребности сельских населенных пунктов обеспечиваются локальными и в большинстве случаев децентрализованными системами (31%). Некоторая часть сельских водопотребителей снабжается неравномерно из систем Минжилкоммунхоза, другие—из-за малых дебитов родников и небольших регулирующих емкостей резервуаров получают воду всего 2—3 часа в течение суток.

В сельскохозяйственном водоснабжении республики имеет место также использование привозной воды. Следует отметить также, что многие системы водоснабжения находятся в технически неудовлетворительном состоянии, не имеют зоны санитарной охраны, родники каптированы примитивно, не производится обеззараживание воды, отсутствуют разводящие сети и резервуары и т. д. Все это приводит к тому, что кроме количественных, качественные показатели в сельскохозяйственном водоснабжении крайне неудовлетворительные.

Фактическая норма водопотребления составляет 65 л/сут (в том числе из централизованных систем водоснабжения 28 л/сутки) против нормативного 150 л/сут. Потребление воды городским жителем республики составляет в среднем за день 350 литров. В перспективе водообеспечение населенных пунктов республики в общих чертах можно осуществить следующим образом. Растущее техническое водопотребление г. Еревана можно осуществлять за счет вод р. Раздан, а также резкого сокращения потерь питьевой воды. В этих условиях поступающая в город питьевая вода полностью удовлетворит потребности хозяйственно-питьевого водоснабжения. Водоснабжение малых городов и других населенных пунктов Араратского экономического района может быть удовлетворено за счет подземных вод Араратской равнины.

Водоснабжение города Раздана можно полностью осуществлять из Макраванских родников с суммарным дебитом около 0,810 м³/сек, а перспективная потребность в технической воде может быть покрыта за счет вод реки Раздан.

Перспективную потребность в хозяйственно-питьевой воде малых городов и поселков Араратского экономического района необходимо удовлетворить за счет использования родников и подземных вод Араратского артезианского бассейна.

На перспективу в городе Ленинакане водоснабжение может быть осуществлено за счет Казанчинских (минимальный дебит 0,814 м³/сек), Гукасянских (0,228 м³/сек), Сепасарских (0,084 м³/сек) и Зуйгахпюрских (0,583 м³/сек) родников, а также напорных подземных вод Ленинаканской равнины, общие запасы которых составляют 3,64 м³/сек.

Потребности малых городов и населенных пунктов Ширакского района в хозяйственно-питьевой воде могут быть полностью

удовлетворены также напорными водами Ленинанканской равнины.

Для удовлетворения перспективного водоснабжения г. Кировакана могут быть полностью использованы: Маймехские, Айбулахские, Аджагаринские, Варданлинские, Лермонтовские, Бзвондальские родники с общим дебитом $0,230 \text{ м}^3/\text{сек}$; Новосельцовские, Аксютинские, Кзылкалинские родники Лорийской равнины с общим дебитом $0,520 \text{ м}^3/\text{сек}$; воды озерно-аллювиальных отложений поймы р. Памбак— $0,350 \text{ м}^3/\text{сек}$. Потребность города в технической воде может быть удовлетворена за счет реки Памбак.

Перспективное хозяйственно-питьевое водоснабжение г. Алаверди целесообразно обеспечить за счет Агаракской группы родников ($0,414 \text{ м}^3/\text{сек}$), а техническое водоснабжение—за счет вод р. Дебед.

Значительное затруднение вызывает перспективное водоснабжение некоторых малых городов и сел, расположенных в бассейнах рр. Агстев, Тавуш, Ахум. Родники здесь маломощные, удалены от населенных пунктов. Поэтому перспективное водоснабжение потребует значительных капиталовложений.

Для удовлетворения нужд перспективного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Каджарана (Сюникский экономический район) необходимо кроме вод ручья Яглу-Дара ($0,150 \text{ м}^3/\text{сек}$), использовать воды ручья Саккарсу ($0,016 \text{ м}^3/\text{сек}$), Гехинские родники ($0,080 \text{ м}^3/\text{сек}$). Техническое водоснабжение необходимо осуществлять за счет стока рр. Вохчи и Гехи.

Растущие потребности в хозяйственно-питьевом водоснабжении г. Кафана следует удовлетворить за счет использования Крбулахских ($0,068 \text{ м}^3/\text{сек}$), Безымянных ($0,030 \text{ м}^3/\text{сек}$) и Шишкертских ($0,077 \text{ м}^3/\text{сек}$) родников. Техническая вода должна быть взята из рек Вохчи, Гехи, Вачаган.

В пределах Севанского района все города, поселки городского типа и села полностью обеспечиваются пресными подземными водами, а также имеются избытки запасов родниковой и неиспользуемых крупных ресурсов артезианских вод (Мазринская равнина), часть которых может быть переброшена в Агстевский экономический район.

Одна из главных мер экономии потребления воды в коммунально-бытовом хозяйстве—борьба с утечками. Только в жилых зданиях утечки через санитарно-техническую арматуру могут достигать четверти объема воды, отпускаемого населению. Немалые потери воды происходят из-за поврежденных водопроводных магистралей, особенно при проведении земляных работ. Средние размеры потерь составляют 20%. Большое значение имеет внедрение раздельного водопровода для коммунального водоснабжения, а также для промышленного водоснабжения. Коммунально-бытовое водоснабжение характеризуется невысоким безвозвратным потреб-

лением. Поэтому более широкое внедрение канализации позволит увеличить количество сточных вод, которые можно использовать повторно (после соответствующей очистки) для орошения или в промышленности. Это даст ощутимую экономию воды, используемой ее потребителями.

3.4. Промышленное водоснабжение. Энергетика

Промышленность—ведущая отрасль народного хозяйства Армянской ССР. Ее доля в валовом общественном продукте составляет почти 70%.

На территории Армянской ССР в шести экономических районах размещено около 800 промышленных объектов. Из общего объема водопотребления промышленностью 34% составляют поверхностные источники, а 66%—подземные. Около 20% промышленного водоснабжения составляет вода питьевого качества, расходуемая на технические нужды. Это значительно выше планируемых показателей (около 10%). Общий объем промышленного водопотребления составляет в настоящее время 523 млн. м³ в год, а к концу 2000 г. возрастет почти вдвое (более подробно см. главу 6). Наибольший удельный вес приходится на химическую и нефтехимическую отрасли (около 20%), электроэнергетику (18%) и цветную металлургию (12%).

Из вышеуказанных 800 предприятий промышленности только 240 (30%) имеют измерительные приборы и устройства, а на остальных предприятиях фактический учет использованной воды ведется весьма приближенно, на основе объема продукции, численности производственного персонала и по соответствующим нормам водопотребления.

Исторически отраслевая структура промышленности сложилась так, что в ней преобладают водоемкие отрасли: химическая, нефтехимическая, цветная металлургия, энергетика, пищевая и т. д. Удельный вес этих отраслей в общем водопотреблении промышленности в 1985 году составил 73%. Кроме того, за последние 25 лет удельный вес этих отраслей в общем промышленном производстве значительно уменьшился (более 10%), а водопотребление уменьшилось значительно меньше (менее 5%).

В производственных планах предприятий в разделе «Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов» объем водопотребления промышленности определяется двумя показателями. Первый из них показывает объем использованной воды на производственные нужды, включая объем свежей воды, поступающей на подпитку оборотного водоснабжения. Этот показатель рассчитывается на основе планируемых объемов производства основных видов продукции в натуральном или стоимостном

выражении (для многономенклатурных производств) и утвержденных в установленном порядке балансовых норм и нормативов водопотребления и водоотведения.

Второй показатель «водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения и работающих на производстве», включая объем воды, используемый для удовлетворения всех хозяйственно-бытовых и коммунальных нужд работающих на предприятиях. Этот объем водопотребления определяется из числа работающих и по нормам водопотребления на одного работающего. Соотношение этих двух показателей в Армянской ССР приблизительно составляет 90 и 10%.

Одним из важных показателей, характеризующих рациональное использование водных ресурсов в промышленности, является объем воды в системах оборотного и последовательного водоснабжения. Этот показатель также состоит из двух частей: а) объема оборотной воды, который характеризует суммарный объем воды (с учетом циркуляции). Такой объем воды потребовался бы при отсутствии систем оборотного водоснабжения, т. е. фактически имеет место экономия свежей воды за счет применения оборотных систем и б) объема последовательного водоснабжения.

Под объемом последовательно-используемой воды подразумевается тот объем воды, который после использования каким-либо потребителем передается другому потребителю на том же предприятии; а также может быть получен от другого предприятия и использован на производственные нужды.

В настоящее время системы оборотного и повторного водоснабжения республики имеют мощность 2,4 млрд. м³ в год и покрывают нужды водопотребления промышленности на 82%, которое значительно выше, чем среднесоюзный уровень—71%*. Оборотно-последовательные системы промводоснабжения внедрены в основном в отраслях электроэнергетики, химической и нефтехимической и цветной металлургии, удельный вес которых составляет 80%.

На многих действующих промышленных объектах республики ведется реконструкция систем водоснабжения и канализации. Строятся очистные сооружения, чем можно существенно уменьшить объем используемых свежих вод и снизить уровень загрязненности сбрасываемых сточных вод. К таким объектам следует отнести, в первую очередь, предприятия союзных министерств цветной металлургии, химической промышленности и электротехнической промышленности. Вместе с тем надо отметить, что крайне

* Народное хозяйство СССР в 1984 г. Статистический ежегодник. «Финансы и статистика». М., 1985, стр. 403.

медленно осуществляются мероприятия по замене питьевой воды технической. Так, например, необоснованно долго затягивается строительство Ленинаканской городской сети промводопровода, вследствие чего вместо 500 л/сек из реки Ахурян подается всего 210 л/сек, из которых предприятия используют лишь 150 л/сек. Почти на всех промпредприятиях отсутствуют контрольно-измерительные приборы и установки для определения количества сточных вод, поэтому учет сбросных вод производится приблизительно: по проектным данным и нормам на единицу выпускаемой продукции. Все еще медленно идут работы по поднятию степени оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, не разрабатываются индивидуальные нормы водопотребления и водоотведения с учетом качества отводимой воды.

Электроэнергия в республике вырабатывается на Дебетском, Севан—Разданском и Воротанском каскадах ГЭС, Разданской ГРЭС, Ереванской и Кироваканской ТЭЦ.

Расход свежей воды составляет около 80 млн. м³ в год, повторноиспользуемых — около 25 млн. м³ в год. Источниками свежей воды для ГЭС являются естественные стоки рек Раздан, Дзорагет, Дебет, Воротан, Ахурян и Вохчи, а также ирригационные попуски из оз. Севан, для атомной электростанции—р. Севджур, Разданской ГРЭС—р. Мармарик, Кироваканской и Ереванской ТЭЦ—соответственно отработанные воды Кироваканского химзавода и НПО «Наирит». Следует отметить, что еще много воды питьевого качества (около 4 млн. м³ в год) используется на Ереванской ТЭЦ, которую без ущерба для технологических процессов можно заменить отработанной на ближайших промышленных предприятиях водой.

Рыбохозяйственное водопотребление в республике началось сравнительно недавно. Рыбохозяйственное производство осуществляется на искусственных прудах, создаваемых на засоленных землях Араратской равнины. В настоящее время действуют семь хозяйств, которые выращивают промышленную рыбу (карп, толстолобик, форель и др.) и пять рыбозаводов для выращивания мальков рыбы. Ежегодно на эти цели забирается из поверхностных и подземных источников около 160 млн. м³ свежей воды, из которых около 30% испаряется. Если учесть, что сезоны рыбозаведения и вегетации растений почти совпадают, то можно считать, что используемая рыбным хозяйством вода почти полностью теряется для республики и поэтому эту отрасль народного хозяйства можно отнести к разряду водопотребителей.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОХРАНА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД АРМЯНСКОЙ ССР ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

4.1. Современное экологическое состояние речных вод

За последние годы в республике проделана большая работа по охране водных ресурсов от загрязнения сточными водами коммунально-бытовых и промышленных предприятий, сдаче в эксплуатацию новых мощностей водоохраных сооружений, а также по повышению эффективности очистных сооружений, строительству систем оборотного водоснабжения.

Введены в эксплуатацию биологические очистные сооружения сточных вод в Ереване, Кафане, Кировакане, Ленинане, Алаверди, Эчмиадзине, Октемберяне, Арапате, Раздане, Дилижане, районах Мартуни, Варденисе, Красносельске, Сисиане, общей мощностью 960 тыс. м³ в сутки, а также 125 предварительных очистных сооружений промышленных сточных вод общей мощностью 486 тыс. м³ в сутки. Действует канализационный коллектор правобережья оз. Севан, протяженностью 20 км, строятся очистные сооружения г. Камо, расширяются биологические очистные сооружения г.г. Еревана, Эчмиадзина, Дилижана, Апарана.

По состоянию на начало 1985 г. в республике действовали очистные сооружения сточных вод полной очистки общей мощностью 1130 тыс. м³ в сутки (412,5 млн. м³ в год):

— очистные сооружения сточных вод предварительной очистки общей мощностью 90 тыс. м³ в сутки (36,1 млн. м³ в год);

— септики общей мощностью 1,2 тыс. м³ в сутки (0,44 млн. м³ в год);

— системы оборотного водоснабжения мощностью 2,4 млрд. м³ в год.

Благодаря созданным мощностям в 1985 г. нормативной очистке подверглись 368 млн. м³ сточных вод, в том числе биологической—310 млн. м³, или соответственно 65,4% и 55,2% от общего количества загрязненных стоков против 17,8% и 8,1% в 1975 году. Сброс неочищенных стоков составил 184 млн. м³. Общий объем сброса в поверхностные водоемы составляет порядка 750 млн. м³. Из них промышленностью и теплоэнергией 195 млн. м³, коммунальным хозяйством—420 млн. м³, сельским хозяйством—135 млн. м³.

Самое крупное сооружение по очистке сточных вод в республике—станция аэрации г. Еревана мощностью 600 тыс. м³ в

сутки (219 млн. м³ в год), где в 1985 г. подверглось очистке около 200 млн. м³ сточных вод. Станция работает хорошо. Так, БПК очищенных стоков составляет в среднем 14—15 мг/л, что соответствует проектным показателям, степень очистки сточных вод в среднем составляет 95%. Станция является единственным очистным сооружением в республике, где решены вопросы обработки и утилизации осадков в качестве удобрения сельскохозяйственных полей.

Налажена нормальная эксплуатация водоохраных сооружений Алавердского горно-металлургического комбината, фактически прекращен сброс неочищенных сточных вод в нижнем течении реки Дебед. С завершением строительства сооружений химической очистки стоков Ахтальской обогатительной фабрики создан замкнутый цикл водоснабжения и ликвидирован сброс сточных вод предприятия в Дебед. В 1984 г. были сданы в эксплуатацию сооружения первой очереди биологической очистки сточных вод г. Ленинакана мощностью 76 тыс. м³ в сутки (27,7 млн. м³ в год), Туманянского огнеупорного завода, железнодорожной станции Санаин. Реконструированы и увеличены мощности очистных сооружений Ленинаканского мясокомбината.

Только за годы одиннадцатой пятилетки из выделенных государственных капитальных вложений в объеме около 260 млн. руб. более трех четвертей использовано на охрану и рациональное использование водных ресурсов республики. Их охрана поднята на уровень важнейшей государственной задачи. Благодаря этому значительно улучшилось санитарное состояние бассейнов рек Раздан, Дебет, Вохчи, Севджур и озера Севан. Значительно снизилась степень загрязненности водоемов органическими и взвешенными веществами, химическими элементами. Участок р. Раздан, пригодный для использования в народном хозяйстве, с 21 км в 1975 г. увеличился к 1985 г. до 71 км, р. Ахурян—с 54 км до 64 км, р. Памбак—с 26 км до 39 км и т. д. (табл. 30).

Начато строительство очистных сооружений в гг. Камо (25 тыс. м³ в сутки), Эчмиадзине (35,2), Кировакане (128,8), Дилижане (25), в райцентрах Масис (54) и Апаран (7,3 тыс. м³ в сутки). В 1980 г. в Ереване начато строительство первого в республике мусороперерабатывающего завода мощностью 400 тыс. тонн в год.

Вместе с тем имеют место существенные недостатки, устранение которых позволит значительно улучшить качество вод и с небольшими материальными затратами обеспечить потребность народного хозяйства в воде надлежащего качества. Прежде всего

следует отметить, что мощности очистных сооружений республики используются все еще неудовлетворительно. Достаточно назвать такую цифру: степень использования мощностей предварительной очистки в 1965—1970 гг. превышала 90%, в годы же десятой пятилетки она снизилась до 56,6%. Несколько лучше используются мощности биологической очистки (около 74%), но и здесь положение могло быть лучше. Наиболее низкий процент использования мощностей очистных сооружений имеет место в системе Минжилкоммунхоза (52%), бывшего Минмясомолпрома (41%), Минместпрома (45%) республики. Из года в год не выполняются планы капитального строительства водоохраных и особенно очистных сооружений на объектах Минжилкоммунхоза республики, Минхимпрома и Минудобрений СССР. Достаточно привести несколько примеров. Так, строительство очистных сооружений сточных вод г. Спитака начато в 1969 г. По положению на конец 1986 г., т. е. спустя 17 лет с начала строительства, была освоена лишь половина капитальных вложений. Джермукская биологическая очистная станция должна была войти в строй еще в 1981 г. Однако строительство приостановлено в связи с изменением проекта и места строительства. В таком же положении находятся очистные сооружения сточных вод НПО «Наирит», ПО «Поливинилацетат», завода химреактивов и др.

По состоянию на начало 1986 г. только в Ереване очищается лишь около 60% загрязненных стоков, в городах Кировакане и Ленинакане соответственно 43 и 20%.

Особенно «достаётся» бассейну р. Раздан. Загрязнённость вод основных рек республики остаётся высокой. Во многих местах должным образом не налажена охрана вод. Реки загрязнены кислотами, красителями, органическими соединениями, нефтепродуктами и другими промышленными отходами. В реках Памбак, Дебед, Раздан, Ахурян, Агстев, Вохчи, Гаварагет, Севджур, Аргичи, Масрик и озерах Арпилич и Севан значительна степень загрязнённости.

В настоящее время около 190 млн. м³ загрязнённых сточных вод без всякой очистки сбрасывается в открытые водоёмы. А между тем наряду со многими важными обстоятельствами интересы охраны Каспийского моря также неотложательно требуют повсеместного прекращения сброса неочищенных сточных вод в р. Куру.

Наибольший удельный вес (по данным 1986 г.) среди объектов, сбрасывающих в водоёмы без очистки сточные воды, приходится на долю Минжилкоммунхоза республики—74 млн. м³ в год или 38,9% всех неочищенных сточных вод, Ергорсовета—58 млн.

м³ (30,5%), Минхимпрома СССР—21 млн. м³ (11%), Миннефтехимпрома СССР—9,5 млн. м³ (5%), Минцветмета СССР—6,7 млн. м³ в год (3,5%) и т. д. Крайне неэффективно работает ряд водоохраных объектов указанных министерств и ведомств, биологические очистные сооружения почти всех птицефабрик Госагропрома, Минместпрома Арм. ССР, городов Дилижана, Кафана. Имеют место аварийные сбросы вредных веществ в открытые водоемы.

Наибольшее количество сточных вод сбрасывается в р. Раздан—375 млн. м³ (50% всех сточных вод), в р. Касах—Севджур—111 млн. м³ (14,8%), в р. Дебед—65 млн. м³ (8,7%), в р. Вохчи—49 млн. м³ (6,5%). Неоправданно большое количество воды питьевого качества (из городских водопроводов) используется для различных технологических нужд, тогда как для этих же целей вполне можно использовать техническую воду.

Основными источниками загрязнения водоемов республики являются предприятия Минхимпрома и Минудобрений, Минцветмета СССР, Минжилкоммунхоза Армянской ССР. Именно по этим предприятиям и намечаются перспективные планы строительства водоохраных сооружений и прекращения сброса неочищенных вод в открытые водоемы. К таким водоохраным мероприятиям относятся: снижение объема сброса неочищенных вод, ввод новых и реконструкция действующих очистных сооружений, внедрение безотходной технологии, экономия свежей воды, ее лимитирование.

Остановимся более подробно на современном экологическом состоянии водного бассейна республики. Прежде всего отметим, что исходными данными для определения экологического состояния водного бассейна Армянской ССР послужили материалы наблюдений за загрязненностью поверхностных вод на территории деятельности УГКС Арм. ССР. Как видно из табл. 15, общее количество пунктов наблюдений в 1985 г. было 110. Наиболее продолжительный ряд наблюдений составляет 15 лет, который составляет 10% от всех пунктов наблюдений. К ним относятся: р. Памбак—г. Кировакан, р. Дебед—г. Алаверди, пгт. Ахтала, р. Ахурян—г. Ленинакан, р. Раздан—г. Раздан, г. Ереван, с. Геханист, р. Зод—с. Зод, р. Вохчи—г. Каджаран, г. Кафан, р. Айригет—пгт. Дастакерт, р. Гаварагет—г. Камо.

Гидрохимический анализ проб воды рек и водоемов, загрязненных сточными водами на территории деятельности Армянского УГКС, включает определение следующих показателей загрязнения (в мг/л): окисляемость (растворенный кислород) (O_2); магний (Mg^{2+}); хлориды (Cl^-); сульфаты (SO_4^{2-}); минерализация; бих-

Сведения о продолжительности наблюдений за
загрязненностью поверхностных вод Армянской ССР
(по материалам УГКС Арм. ССР)

Годы	1969	1970	1975	1980	1981	1982	1983	1985
Количество пунктов наблюдений	14	20	41	101	103	105	110	110
в % от общего количества пунктов наблюдений в 1985 г.	12,7	18,2	37,3	91,8	93,6	99,1	100	100

роматная окисляемость; железо (Fe); аммонийный азот (NH_4^+); нитратный азот (NO_2^-); нитратный азот (NO_3^-); взвешенные вещества; биологическая потребность кислорода (БПК₅); цинк (Zn); медь (Cu); нефтепродукты; фенолы; синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Определяются также и активная реакция (рН) и температура воды.

Многие из этих показателей загрязнения, помещенные в «Гидрохимических бюллетенях» УГКС Арм. ССР, особенно в первые годы наблюдений, определялись весьма приближенно, содержат большие погрешности и, поэтому, не могут служить основой для научных обобщений.

Нами рассмотрены следующие наиболее важные показатели загрязнения: O_2 ; NH_4^+ ; БПК₅; Cu и нефтепродукты. При обобщении этих материалов пришлось внести значительные корректировки и уточнения в исходных данных УГКС Арм. ССР. Для установления степени загрязненности многих водоемов в республике использованы также данные наблюдений Госкомводхоза и НИИ профзаболеваний Минздрава республики. Исследование загрязненности проведено по данным, приведенным к ПДК.

ПДК—важнейшая составная часть советского водно-санитарного надзора, обеспечивающего безопасность здоровья населения и благоприятных условий для санитарно-бытового водопользования. ПДК служат критерием эффективности по охране водоемов от загрязнения, а также стимулами прогресса в области промышленной технологии.

Естественно полагать, что ПДК для различных видов водопользования должны быть разные. Так, например, при одной и той же степени загрязнения водоема вода может быть непригодной для водоснабжения или даже опасной для населения, и в то же время оставаться пригодной для рыбного или сельского хозяйства. Поэтому не может быть единого критерия вредности сточных вод, поскольку характер водопользования различен. В

связи с этим возникает необходимость дифференциации нормативов чистоты водоемов. В нашей стране сейчас разработаны нормативы трех видов водопользования: для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых нужд (Минздрав СССР), для рыбохозяйственных целей (Минрыбхоз СССР) и для нужд сельского хозяйства (Госагропром СССР). Наибольшее распространение получили первые два типа нормативов.

Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования определяются общегосударственными стандартами и включают в себе показатели взвешенных веществ, плавающих примесей, запаха, окраски, температуры, реакции, минерального состава, растворенного кислорода, биохимической потребности в кислороде, возбудителей заболеваний и ядовитых веществ. Кроме того концентрация вредных веществ не должна превышать ПДК вредных веществ в водных объектах для этих видов водопользования.

Стандарт на источники водоснабжения в нашей стране основан на принципе, отражающем известную закономерность, конечный результат очистки и обеззараживания питьевой воды находится в прямой зависимости от уровня загрязнения воды источника. Вода источников хозяйственно-питьевого водоснабжения не должна иметь такого неблагоприятного состава и свойства, возможность устранения которых недоступна или ограничена в технико-экономическом отношении. Таким образом, наиболее строгие требования, естественно, предъявляются к воде питьевого качества. К категории водопользования для культурно-бытового назначения требования несколько мягче, что объясняется физической природой явления. В частности, это относится к БПК₅, взвешенным веществам и окраске. В целом же общие требования к качеству воды для этих нужд также достаточно жесткие, т. к. это связано тоже со здоровьем человека. Исходя из этого критерия в нашей стране разработаны предельно-допустимые концентрации по 600 ингредиентам загрязнения, которые ежегодно пополняются еще 30—40 новыми нормативами ПДК.

Из литературных данных известно, что требования по ПДК к воде, сбрасываемой в водоемприемник, значительно выше, чем к оросительной воде. Однако использование бытовых сточных вод для сельскохозяйственного орошения без соответствующей предварительной подготовки воды и применения специальных методов ее распределения очень опасно в эпидемиологическом отношении в связи с содержанием в стоках патогенных бактерий, вирусов и яиц гельминтов. Опасность же промышленных сточных вод для сельскохозяйственного использования без предварительной обработки воды связана главным образом с неблагоприятным хими-

ческим составом и содержанием вредных веществ. Поэтому для безопасного использования различных видов производственных сточных вод на сельскохозяйственные нужды необходимо располагать научно-обоснованными критериями их применения в данных конкретных почвенных и гидрологических условиях. Здесь, попутно, необходимо отметить, что в условиях нашей республики не только не велись (и не ведутся) подобные работы, но мы не знаем даже химического состава той загрязненной воды, которая подается для орошения данного растения.

Наряду с этим необходимо отметить и то, что в последние годы как у нас в стране, так и за рубежом все более интенсивно начали использовать сточные воды для орошения и удобрения сельскохозяйственных культур, а также для очистки этих вод в естественных условиях. Для этих целей стали использовать земельные сельскохозяйственные поля орошения (ЗПО). ЗПО—специализированные системы для приема предварительно очищенных сточных вод в целях использования их для орошения и удобрения сельскохозяйственных угодий, а также доочистки этих сточных вод в естественных условиях, т. е. через почву. В связи с этим необходимо отметить, что до совсем недавнего времени считалось, что очистка сточных вод является наиболее универсальным приемом борьбы с загрязнением. Известно, однако, что технологические схемы очистки бытовых и промышленных сточных вод позволяют практически достичь эффекта в пределах 85—90%, а 10—15% наиболее стойких загрязнений все же поступает в водоемы. В современных условиях интенсивного развития промышленности и бурного роста городов даже такая высокая степень очистки не решает проблемы санитарной охраны водоемов, т. к. абсолютное количество остающихся после очистки загрязнений весьма значительно. Отсюда вытекает, что одним из важных направлений решения проблемы защиты водоемов от загрязнения должно стать использование сточных вод в орошении. Решение этой проблемы в Армянской ССР пока не осуществляется, т. к. в республике ЗПО почти отсутствуют.

У нас в СССР разработаны некоторые примерные нормы ПДК отдельных ингредиентов сточных вод, используемых для орошения. Однако эти нормы разработаны еще не для всех лимитирующих показателей вредности, и для ряда ингредиентов имеются большие расхождения концентраций, нет указаний о допустимых соотношениях отдельных соединений. В связи с этим их надо рассматривать пока как ориентировочные, предупреждающие лишь возможные эпидемии и инвазии.

В настоящее время многие специалисты считают, что необходимо наряду с гигиеническими также разработать и экологические ПДК, т. е. такие нормы, которые бы обеспечивали не только безвредность воды для человека, но и нормальное функционирование водных экосистем, иначе говоря сохранение самоочищающей способности водных объектов и нормальных условий для развития жизни в водной среде.

Наряду с многочисленными постановлениями и решениями партии и правительства исключительно большую роль в деле упорядочения охраны водных ресурсов играют «Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик» (1970 г). Согласно действующему закону охране подлежат не только воды, вовлеченные в хозяйственный оборот, но и неэксплуатируемые. Использование водных объектов для сброса сточных вод допускается только при соблюдении требований, предусмотренных водным законодательством нашей страны. Все новые производственные мощности должны иметь водоохранные очистные сооружения, без которых ввод их в эксплуатацию не разрешается. Таким образом, в нашей стране создана всеобъемлющая и совершенно новая законодательная и организационная базы охраны водных ресурсов от загрязнения, засорения и истощения. Мероприятия по охране вод предусматриваются в государственных планах развития народного хозяйства.

Законодательством предусматриваются юридические условия и требования, связанные с водопользованием. В частности, все предприятия, использующие водные ресурсы, обязаны принимать меры к уменьшению их расхода и прекращению сброса сточных вод путем совершенствования технологии производства, создания технически совершенных очистных сооружений, способных обеспечить надлежащую очистку сточных вод от загрязняющих веществ, создания безотходных технологических производств.

Согласно «Основам водного законодательства» водопользование в нашей стране осуществляется бесплатно, но специальное водопользование может подлежать оплате в случаях и в порядке, устанавливаемых Советом Министров СССР. Основы устанавливают уголовную или административную ответственность за загрязнение и засорение водных объектов, ввод в эксплуатацию предприятий и объектов без очистных сооружений. Организации и граждане обязаны возмещать убытки, причиненные в результате нарушения водного законодательства.

В табл. 16 приведены критерии оценки загрязненности вод Армянской ССР по указанным выше наиболее важным показателям.

Критерии оценки загрязненности по некоторым ингредиентам

№№ пп	Наименование ингредиента	Предельно допустимые концентрации для водоемов, в мг/л	
		санитарно-бытового водопользования	рыбохозяйственного водопользования
1.	Растворенный кислород	не менее 4,0	не менее 6,0
2.	БПК ₅	3,0	3,0
3.	Медь	0,01	0,001
4.	NH ₄ (по азоту)	2,0	0,39
5.	Нефтепродукты	0,3	0,05

Анализ современного экологического состояния водного бассейна Армянской ССР проведен по отдельным показателям загрязнения, осредненным в годовом разрезе.

Основными источниками загрязнения реки Памбак—Дебед являются: Спитакский сахарный комбинат, Кироваканский химический завод им. А. Мясникяна, завод овчинно-шубных изделий, трикотажная фабрика, завод искусственного волокна, Алавердский медно-химический комбинат и Ахталская медно-обогадательная фабрика.

Объем сточных вод, сбрасываемых в реку, по неполным данным составляет свыше 40 млн. м³ в год, из которых значительная часть сбрасывается без очистки. В долевом отношении сточные воды распределяются так: в створе г. Спитак—10%, в створе г. Кировакан—55%, в створе г. Алаверди—пгт. Ахтала—35%.

Для очистки хозяйственных стоков г. Спитака ведется строительство сооружений биологической очистки мощностью 25 тыс. м³/сутки (9,49 млн. м³ в год). Строительство начато в 1969 г. и было предусмотрено сдать ее в эксплуатацию еще в 1979 г. Однако до настоящего времени эта станция не вошла в строй.

Для уменьшения сбросов загрязненных стоков Кироваканского химзавода им. Мясникяна в 1978 г. был сдан в эксплуатацию шлакоотстойник в ущелье р. Гайдарабек мощностью 9 тыс. м³/сутки.

Данные показывают, что кислородный режим по всей длине р. Памбак—Дебед характеризуется большой недостаточностью. При этом наибольшее превышение ПДК на всех створах отмечается в 1974—1975 гг. Начиная с 1969 г. отмечается повышение кислородной недостаточности, которая, дойдя до наибольшего значения в 1974—75 гг. (до 2—2,5 ПДК), постепенно уменьшается, что указывает на улучшение режима реки по этому показателю.

Несмотря на значительные расстояния между рассматривае-

мыми створами, недостаточность кислородного режима на всем протяжении реки изменяется незначительно. Это объясняется большой дозой вредных химических элементов в сбрасываемых сточных водах, которую река не в состоянии подвергнуть очистке.

Начиная с 1975 г. на реке Памбак—Дебед кислородный режим находится в пределах допустимых норм (за исключением верховья р. Памбак). В отдельные же дни и сезоны имеет место значительная недостаточность кислорода в воде.

Известно, что одной из количественных характеристик загрязненности вод, являются аммиачные ионы. Азотосодержащие вещества— NH_3 , ангидриты кислот азотной NO_2 и азотистой N_2O_5 —образуются в воде преимущественно в результате разложения белковых соединений, падающих в нее со сточными водами. Иногда аммиак, встречающийся в воде, может иметь неорганическое происхождение вследствие его образования после восстановления нитратов и нитритов гуминовыми веществами, сероводородом, закисным железом и т. д.

Отсутствие в воде аммиака с одновременным присутствием нитритов и особенно, нитратов, т. е. соединений азотной кислоты, показывает, что загрязнение водоемов произошло давно и вода подверглась самоочищению. Наличие в воде аммиака и отсутствие нитратов указывает на недавнее загрязнение воды органическими веществами. Анализ имеющихся данных показывает, что загрязненность реки Памбак—Дебед аммиачными ионами исключительно велика. Превышение ПДК по среднегодовым данным иногда доходит до 100 и выше (максимальная концентрация в некоторые периоды года доходит до 1500 ПДК).

В отличие от растворенного кислорода, содержание аммиачных ионов в воде р. Памбак—Дебед растет до 1970 г. и только в последующее время наблюдается некоторое их уменьшение. Загрязненность реки Памбак—Дебед по длине резко возрастает. Наиболее интенсивно река загрязняется сточными водами промышленных предприятий городов Кировакан и Алаверди. Так, если среднегодовые величины аммиачных ионов в 1984 г. ниже г. Спитак превышали ПДК в среднем в 2—3 раза, то ниже г. Кировакана этот показатель достигает 60 ПДК.

Содержание меди в воде реки Памбак—Дебед значительное. Аналогично аммиачным ионам, объем сбрасываемой меди увеличивается до 1977—1978 гг., а затем наблюдается некоторое уменьшение. Если в 1969 г. осредненные данные по количеству меди по всем створам превышало ПДК в 45 раз, то в 1976 г.—90 раз.

Несмотря на наметившееся за последние годы снижение меди в воде р. Памбак—Дебед загрязненность этой реки медью остается очень высокой (в 1985 г. среднее содержание меди в водах

реки составляло около 22 ПДК). Анализ показывает, что значительная часть сбрасываемой меди оседает на дно.

Река Дебед загрязняется ионами меди в основном Алавердским горно-металлургическим комбинатом и Ахталской медно-обогатительной фабрикой. Так, если содержание этого ингридиента в воде ниже г. Кировакана составило в 1985 г. 8 ПДК, то ниже створа г. Алаверди оно составило 29 ПДК.

Вода реки Памбак—Дебед интенсивно загрязняется нефтепродуктами. В последнее время, благодаря осуществляемым водоохранным мероприятиям, количество нефтепродуктов, сбрасываемых в реку, значительно уменьшилось. Так, если в 1975 г. среднее содержание нефтепродуктов превышало ПДК в 13 раз, то в 1985 г. оно снизилось до 2,5 ПДК. Аналогично другим ингридиентам загрязненность нефтепродуктами по длине реки значительно возрастает, а способность самоочищения реки резко падает.

Известно, что наиболее важным критерием чистоты водотоков принято считать биологическую потребность кислорода (БПК₅). Аналогично другим показателям воды р. Памбак—Дебед по БПК₅ также сильно загрязнены, причем, если по другим показателям за последние годы наблюдается некоторое улучшение качества воды, то по БПК₅, наоборот, загрязненность увеличивается.

Заканчивая обзор экологического состояния реки Памбак—Дебед можно отметить, что река выше города Спитака относительно чистая, ниже Спитака она загрязняется в основном стоками цеха лимонной кислоты Спитакского сахарного завода и хозяйственно-фекальными водами города, а ниже г. Кировакана она загрязнена сверхнормативно по всем показателям.

Река Агстев загрязняется выбросами Иджеванского винного и сыроваренного заводов, коврового комбината и Дилижанского мебельного, хлебного и молочного заводов. Содержание аммиачных ионов в воде реки и БПК₅ за последние годы значительно увеличилось, что свидетельствует о росте степени загрязненности реки, особенно ниже г. Иджевана. Это подтверждают данные и по другим показателям загрязнения.

Вода р. Ахурян загрязняется сточными водами Ленинанканского текстильного комбината, чулочной фабрики, завода микроэлектродвигателей, мясокомбината, локомотивного депо и ряда предприятий, а также хозяйственно-фекальными водами г. Ленинанкана. Эти воды сбрасываются в реку почти без очистки.

Результатом этого является неуклонное повышение степени загрязненности вод реки от года к году. Выше города Ленинанкана река сравнительно чистая и пригодная для хозяйственного пользования, ниже Ленинанкана она значительно загрязнена и без очистки не может быть использована. Данные показывают, что значи-

тельное (сверхнормативное) загрязнение реки началось с 1974 г. и в дальнейшем появляется тенденция к увеличению загрязнения почти по всем ингридиентам. После ввода в 1984 г. в эксплуатацию городской биологической станции загрязненность реки значительно снизилась.

Река Касак сравнительно мало загрязнена промышленными и коммунально-бытовыми сбросами. Однако за отдельные сезоны наблюдаются значительные превышения ПДК по всем показателям загрязнения. Река особенно сильно загрязнена нефтепродуктами и ионами меди.

Количественная характеристика загрязнения р. Севджур аналогична загрязнению р. Касак.

Река Раздан загрязняется сбросами ТЭЦ г. Раздана, завода «Лизин», инструментального завода расточных станков г. Чаренцавана, но основным источником загрязнения реки является г. Ереван. Сбросы НПО «Наирит», заводов «Поливинилацетат», шинного, КАНАЗ-а и мясокомбината происходят в реку через городской коллектор у с. Геганист и через Норагавитский канал на 28 км ниже города Еревана.

К сожалению, по-прежнему плохо обстоит дело с очисткой сточных вод предприятий химической промышленности: НПО «Наирит», заводов «Поливинилацетат», «Химреактивов», которые до настоящего времени продолжают сброс химически загрязненных вод в р. Раздан, приводя ее в негодность для использования как в промышленности, так и для нужд орошения.

Из общего количества загрязненных сточных вод, сбрасываемых в р. Раздан, около 30% приходится на долю НПО «Наирит» и завода «Поливинилацетат».

Загрязненность р. Раздан за многолетие и по длине увеличивается. Так, если среднегодовые величины аммиачных ионов в 1969 г. превышали ПДК в среднем в 2—3 раза, то в 1985 г. этот показатель достиг 22 ПДК (ниже сбросов НПО «Наирит»). Если до Еревана аммиачные ионы в воде р. Раздан за все годы наблюдений не превышают 2—3 ПДК, то ниже г. Еревана река загрязнена чрезмерно, к тому же степень загрязнения из года в год увеличивается. Характер загрязнения р. Раздан за многолетие по БПК₅ аналогичен аммиачным ионам. Однако следует отметить несколько завышенное значение этого показателя за 1977 и 1978 гг., что объясняется, на наш взгляд, скорее ненадежностью исходных данных, нежели большими дозами сточных вод. Все же и по этому показателю также наблюдается тенденция увеличения загрязненности реки за многолетие.

Загрязненность р. Раздан нефтепродуктами, аналогично другим показателям загрязнения, увеличивается как из года в год, так и по длине реки. Значительно загрязнение Раздана и ионами

меди, а кислородный режим характеризуется достаточностью, что скорее является результатом ненадежности исходных материалов, чем признаком улучшенного качества речной воды.

Река Арпа загрязняется в среднем течении выбросами консервного, сыроваренного, релейного заводов и завода точприборов пгт. Ехегнадзор, сбросы которых через р. Элегис сливаются в р. Арпа без очистки и обезвреживания. В верхнем течении основным загрязнителем реки является г. Джермук, хозяйственно-бытовые сточные воды которого в количестве 620 м^3 в сутки пока без очистки и обезвреживания сливаются в р. Арпу.

Гидрологические особенности р. Арпы в створе пгт. Ехегнадзор обуславливают высокое содержание растворенного кислорода в ее воде. БПК₅ также находится в пределах допустимых ПДК. Наибольшее значение ее ($5-5,6 \text{ мг/л}$) наблюдается в августе. В это же время года наблюдается максимальное значение всех видов азота, а в остальное время года их количество резко превышает ПДК. Это указывает на большую способность самоочищения реки ниже г. Джермук, а также сравнительно небольшую долю сточных вод в стоке реки.

Таким образом, несмотря на некоторое загрязнение р. Арпа в среднем течении сравнительно чистая и может быть использована на хозяйственные нужды и орошение без биологической очистки. Однако это не означает, что промышленные и хозяйственно-фекальные стоки райцентров Азизбеков и Ехегнадзор не требуют локальной очистки и обезвреживания. Это относится особенно к аммиачным ионам и нефтепродуктам, содержание которых в воде все еще значительно.

Особо следует остановиться на экологическом состоянии р. Арпы в районе г. Джермука, т. к. воды ее уже поступают в озеро Севан и она стала новым притоком озера.

Как показали исследования Института общей гигиены и профзаболеваний Минздрава Арм. ССР, река Арпа до станции Кечут (створ водохранилища—начало тоннеля Арпа-Севан) загрязняется сточными водами г. Джермук, поселка Арпа-Севан, а также поверхностными стоками неблагоустроенной территории с. Кечут. Общая загрязненность реки на этом участке значительная. Содержание в воде растворенного кислорода колеблется в пределах $6,0-12,0 \text{ мг/л}$, процент же насыщения значительно ниже нормы ($58-97\%$). Значения окисленности и ПБК₅ в летние месяцы значительно превышают ПДК, а соотношение $\frac{\text{БПК}_5}{\text{окисл.}} > 1$, т. е. биохимический показатель загрязнения больше 100%. Это указывает на загрязнение воды нестойкими органическими соединениями. В летние месяцы резко увеличивается в воде содержание аммиачных ионов, нитратов и нитритов, общее количество микро-

бов. Высокая степень загрязненности реки держится до конца сентября, т. е. до уменьшения числа отдыхающих. Все это указывает на то, что воды реки Арпы нельзя перебрасывать в оз. Севан без тщательной биологической очистки.

В бассейне р. Вохчи расположены города Кафан и Каджаран и ряд населенных пунктов. Здесь развита преимущественно горно-перерабатывающая, а также пищевая и мясо-молочная промышленность. Вода реки загрязняется двумя основными источниками: в верхнем течении—стоками г. Каджарана и Зангезурского медномолибденового комбината, в среднем течении—г. Кафана и Кафанского меднорудного комбината. Сточные воды этих промышленных предприятий содержат большое количество взвешенных веществ, представляющих собой тонко измельченную породу. Данные последних лет показывают, что экологическое состояние р. Вохчи значительно улучшилось. В основном прекратилось загрязнение реки сточными водами Каджаранской обогатительной фабрики, Зангезурского медномолибденового комбината, а хозяйственно-бытовые сточные воды города Кафана и меднорудного комбината подвергаются очистке на биологической станции.

Наряду с этим воды реки Вохчи все еще значительно загрязнены медью, нефтепродуктами и растворенными органическими веществами. Правда, за последние годы содержание этих показателей тоже уменьшается, но все еще остается довольно высоким.

Вода **реки Воротан** загрязняется в основном выбросами Дзаскаертского медно-молибденового комбината, которые через реку Айригет попадают в р. Воротан.

Анализ данных показывает, что р. Воротан до впадения в нее р. Айригет достаточно чистая и вполне пригодна для использования любых целей. Ниже впадения р. Айригет р. Воротан загрязняется в основном медью, которая в водах р. Айригет значительная (в 1985 г. в среднем превышение ПДК составило 5 раз).

По остальным показателям экологическое состояние р. Воротан ниже впадения р. Айригет характеризуется незначительно нарушенным естественным режимом. Наряду с этим необходимо отметить некоторое загрязнение реки стоками райцентра Сисиан, где очистные сооружения работают неэффективно.

Реки бассейна оз. Севан. В 1981 г. на 6 наиболее крупных реках бассейна (Гаварагет, Карцахпюр, Масрик, Аргичи, Варденис, Мартуни) были проведены наблюдения за качеством воды НИИ профзаболеваний Минздрава Арм. ССР. Имеются наблюдения за качеством вод в основных притоках озера также и УГКС Арм. ССР и Севанской гидробиологической станции АН Арм. ССР. Сопоставление показало, что значения показателей загрязняющих

веществ, измеренные различными организациями, близки между собой.

На реке Зод до 1978 г. имела место постоянная недостаточность кислородного режима и превышение ПДК по БПК₅. Ниже источника загрязнения (Зодский золоторудный комбинат) в реке, как правило, возрастает минерализация воды, содержание сульфатных, хлоридных, щелочных, аммиачных, нитратных и нитритных ионов, возрастает окисляемость воды. Наблюдается значительный объем нефтепродуктов. Нередко имеет место значительное увеличение температуры воды, разность которой выше и ниже источников загрязнения достигает 10°C.

Аналогичная картина загрязнения вод имеет место и на р. Гаварагет. Ниже г. Камо по содержанию в воде реки большинства показателей имеют место превышения ПДК, особенно органических загрязнений, нитратного азота и нефтепродуктов.

Общее число микробов в одном миллилитре в 1000 раз больше допустимых санитарных норм. В воде этой реки обнаруживаются патогенные энтеробактерии (сальмонеллы). Анализ данных последних лет показывает, что по содержанию в главных реках и озере (Аргичи, Варденис, Масрик, Карчахпюр, Мартуни) органических веществ, аммонийного и нитритного азота, нефтепродуктов, меди имеют место частые случаи превышения ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

Сравнительная оценка по степени загрязненности рек Армянской ССР показывает, что по кислороду в самом тяжелом положении находятся реки Памбак и Дебед. Здесь в течение всего года наблюдается недостаточность растворенного кислорода в речной воде. По этому показателю неблагоприятные условия наблюдаются также на р. Ахурян, где за маловодный сезон года величина растворенного кислорода падает ниже допустимой нормы.

На остальных реках республики наблюдается сравнительно высокое содержание растворенного кислорода в воде. Особенно богаты кислородом воды рек Воротан, Касах, басс. оз. Севан (за исключением рр. Гаварагет и Зод, где за меженные месяцы содержание кислорода падает ниже ПДК), Арпа, Дзорагет, Мегригет. В весенние месяцы содержание кислорода в воде этих рек доходит до 12—16 мг/л.

В годовом разрезе наибольшее количество кислорода наблюдается в период весеннего половодья, когда водность и скорость течения в реке возрастают в десятки и сотни раз по сравнению с маловодным периодом.

По степени загрязненности аммиачными ионами реки республики можно подразделить на две группы. В первую группу, характеризующуюся большой степенью загрязненности, входят ре-

ки Памбак, Дебед, Ахурян, Раздан и Вохчи. Сюда можно отнести также и р. Гаварагет из бассейна оз. Севан.

Во вторую группу с сравнительно небольшой загрязненностью входят реки: Воротан, Арпа, Агстев, Касах, Дзорагет и Мегригет.

Наибольшей загрязненностью, достигающей в отдельные маловодные месяцы до 60 мг/л и более, отличаются в первой группе реки Памбак и Дебед. Сравнительно низкая загрязненность наблюдается на р. Вохчи. Здесь количество аммиачных ионов превышает 10 мг/л.

Следует отметить, что все малые притоки рек этой группы характеризуются высокой степенью чистоты, к ним в первую очередь относятся рр. Марцигет, Гаргар, (басс. р. Дебед), Чивинли, Карангу (басс. р. Ахурян), Мармарик (басс. р. Раздан).

Во второй группе наибольшей загрязненностью органическими веществами отличаются реки Агстев и Касах. Здесь наибольшее содержание аммиачных ионов достигает до 2 мг/л. Сравнительно высокой чистотой отличаются реки Воротан, Арпа, Мегригет и ряд притоков басс. оз. Севан. Здесь содержание аммиачных ионов резко превышает 0,5÷1,0 мг/л. В бассейне оз. Севан значительно отличаются рр. Гаварагет и Масрик, где этот показатель часто превышает ПДК в 2—5 раз.

Таким образом, можно заключить, что почти все основные реки Армянской ССР в той или иной мере загрязняются органическими веществами, что подтверждается также анализом материалов по нитратам, которые показывают, что все основные реки республики загрязняются коммунально-бытовыми стоками и многие реки не в состоянии подвергаться самоочищению. Данные по БПК₅ полностью подтверждают выводы о степени загрязненности основных рек республики органическими веществами.

По этому показателю также наиболее загрязненными являются рр. Памбак и Дебед, а также рр. Ахурян, Раздан, Вохчи и Гаварагет. Реки Арпа, Воротан, Дзорагет и басс. оз. Севан сравнительно чистые.

По нефтепродуктам, несмотря на тенденцию снижения количества этого показателя в водах рек республики за многолетие, все же водный бассейн республики в настоящее время еще значительно загрязнен ими. В 1985 г. в среднем по республике содержание нефтепродуктов в водном бассейне составило 0,15 мг/л, что в 3 раза повышает ПДК рыбохозяйственного водопользования. При этом нет ни одной реки, где содержание нефтепродуктов не превышало бы ПДК в 2—3 раза. Даже в воде оз. Севан содержание нефтепродуктов в 1,5—2 раза больше допустимых норм. Наиболее загрязненными являются рр. Памбак, Дебед, Ахурян, Раздан, Агстев, Вохчи, Гаварагет, в водах которых количество нефте-

продуктов доходит до 0,25—0,30 мг/л, т. е. больше ПДК в 5—6 раз. Сравнительно мало загрязнены воды рек Арпы, Воротана, где концентрация этого показателя не превышает 0,10 мг/л.

В среднем за год вынос нефтепродуктов по рекам республики составляет ориентировочно 350 тонн.

Медью загрязнены воды 4-х рек республики: Памбак—Дебед, Раздан, Вохчи и Айригет. Из них наиболее загрязнена река Айригет (содержание меди 0,045 мг/л), сравнительно меньше загрязнена река Вохчи (0,016 мг/л). В среднем годовой вынос меди по рекам республики составляет ориентировочно 55 тонн.

4.2. Разработка методики эколого-экономического картирования загрязненности водных объектов

Постановка вопроса. В современных условиях природные явления картографируются почти без учета антропогенных изменений. Следовательно, эти карты в большинстве случаев отражают палеогеографическую, ныне не существующую обстановку а между тем решение многих инженерных задач невозможно без учета изменений, происшедших вследствие антропогенного воздействия [13].

Для оценки пространственных закономерностей и динамики этой важной проблемы необходимо составление различных серий карт, начиная палеогеографическими и кончая прогнозными, оценивающими потенциальные изменения на близкую и дальнюю перспективу. Эти карты необходимы для решения проблем оптимизации взаимодействия человек-окружающая среда, а также для учета и оценки существующих ресурсов.

Создание карт по оценке степени изменения среды предъявляет новые требования к исходной информации. Возникает необходимость разработки принципов и критериев обработки исходных материалов, а также эталонов для определения качества среды и степени ее изменяемости.

Главные трудности, которые возникают при составлении карт изменений качества водных ресурсов—это неоднородность исходных материалов и отсутствие более или менее удовлетворительной методики и опыта картирования загрязненности водных ресурсов в целом. Вместе с тем экономическая стратегия развития страны на дальнюю перспективу требует наряду с тематическими картами, фиксирующими современное состояние и степень загрязненности природной среды—атмосферы, вод, почвы, создания прогнозных карт, отображающих будущее состояние природной среды, которое может возникнуть под влиянием деятельности человека. Эта задача более сложна, чем создание тематических карт.

Такие карты, по нашему убеждению, должны обновляться

каждые пять лет—в соответствии со сроками государственного планирования.

Исходными данными для картирования загрязненности водных ресурсов послужили в основном материалы наблюдений за загрязненностью поверхностных вод на территории деятельности Армянского УГКС за 1985 год. Изучение загрязнения поверхностных вод республики проводилось на 45 реках, на озерах Севан, Арпилич, на Апаранском водохранилище и на тоннеле Арпа-Севан. Для картирования и выявления современного уровня загрязнения поверхностных вод Армянской ССР выбраны следующие показатели загрязнения: БПК₅; NH₄; нефтепродукты и растворенный кислород.

В общей сложности было рассмотрено по каждому показателю более 1300 анализов проб воды, из которых выбраны для поставленной цели наибольшие значения загрязнения за год. При рассмотрении этих данных обнаружен ряд неувязок и несоответствий значений загрязнения по длине рек (особенно выше и ниже источников загрязнения), что заставило в некоторых случаях внести в них коррективы (исходя из теоретических расчетов, а также логических сопоставлений).

Кроме данных УГКС Арм. ССР по рекам Раздан, Памбак—Дебед и Вохчи использованы также информационные материалы лабораторий Госкомводхоза Армянской ССР.

Разработка аттестационных шкал степени загрязненности водных объектов. Прежде чем перейти к рассмотрению составленных нами карт загрязненности поверхностных вод по отдельным ингридиентам необходимо вкратце остановиться на некоторых аспектах нормирования предельно допустимых концентраций вредных веществ, с учетом которых нами разработаны аттестационные шкалы степени загрязнения.

Как было указано в п. 4.1, за последние три десятилетия отечественная гигиеническая наука достигла значительных успехов в области гигиенического нормирования вредных факторов окружающей человека среды, в том числе водоемов. В результате этого установлены ПДК более 600 химических веществ для воды—источников хозяйственно-питьевого назначения.

При научном обосновании ПДК прежде всего учитывается безопасность здоровья населения—главного водопользователя. Гигиенические нормативы позволяют отличать уровни загрязнения, прямо или косвенно влияющие на санитарные условия водопользования и здоровья населения, от уровней загрязнений, затрагивающих не столько интересы здравоохранения, сколько другие народнохозяйственные интересы населения.

Гигиенические исследования возможного влияния поступающих в водоемы промышленных стоков и содержащихся в них

вредных веществ и разработка на этой основе гигиенических нормативов ведутся по трем основным показателям вредности: влияние на общий санитарный режим водоемов, органолептические свойства воды и на здоровье населения. Гигиеническое нормирование опирается на закономерную зависимость состояния водоемов от изменяющейся интенсивности вредного фактора. Обнаружить закономерную связь качества воды водоема с интенсивностью действующего фактора можно только в экспериментальных условиях.

В настоящее время общепринято, что предельно допустимая концентрация того или иного вещества (загрязнения производственных сточных вод) в воде водоема устанавливается по тому признаку вредного действия (влияние на здоровье населения, на органолептические свойства воды или на общесанитарное состояние водоема) которому соответствуют наименьшие показатели пороговой или подпороговой (для санитарно-токсикологического признака) концентрации. Так как этот признак вредности определяет характер наиболее вероятного неблагоприятного действия наименьших концентраций изучаемого вещества, он называется лимитирующим признаком вредности. Определение ПДК по пороговой или подпороговой концентрации лимитирующего признака вредности создает известный запас надежности по двум остальным признакам вредности.

В нашей стране разработаны два вида ПДК: рыбохозяйственных и санитарно-бытовых.

Рыбохозяйственные ПДК—это такие концентрации вредных веществ, при постоянном присутствии которых в водоеме последний остается практически чистым: в нем не зарегистрированы случаи гибели рыб; не наблюдается постепенного исчезновения тех или иных видов рыб; не происходит порча товарных качеств обитающей в водоеме рыбы; в водоеме не отмечаются условия, способные в определенные сезоны или в обозримом будущем привести к гибели рыб; замена ценных видов на малоценные или к потере рыбохозяйственной ценности как всего водоема, так и его части.

Концентрации вредных веществ в водоемах, используемых для рыбохозяйственных целей, не должна превышать ПДК вредных веществ для рыбохозяйственных водоемов. В настоящее время таких ПДК установлены для 137 веществ. При поступлении в водные объекты рыбохозяйственного значения нескольких веществ от вышерасположенных выпусков сумма отношений концентраций ($\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$) каждого из веществ в расчетном створе к соответствующим ПДК не должна превышать единицы:

$$\sum_{i=1}^n \frac{\Phi_i}{\text{ПДК}} \leq 1 \quad (12)$$

Ограничения водопользования, обусловленные загрязнением, опасным для здоровья или ухудшения санитарных условий жизни населения, называются гигиеническим критерием.

Согласно «Правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» (1974), водоемы и водотоки (водные объекты) считаются загрязненными, если показатели состава и свойств воды в них изменились под прямым или косвенным влиянием производственной деятельности и бытового использования населением, и по гигиеническому критерию частично или полностью непригодными для одного из видов использования.

В соответствии с этими правилами ПДК примесей у нас считается такая концентрация, которая полностью исключает вредные действия на организм человека, не изменяет запах, вкуса, цвета воды. Это требование различно в зависимости от вида водопользования. ПДК вредных веществ для водоемов питьевого водопользования во много раз меньше, чем для водоемов, предназначенных для санитарных целей (купанья, отдыха) и промышленности.

Общая относительная концентрация вредных веществ в воде питьевого-хозяйственного назначения, определяемая по формуле (12), также не должна превышать единицы.

На основании изложенных выше соображений о нормировании вредных веществ нами разработана аттестационная шкала уровня загрязнения по отдельным показателям (табл. 17), которая положена в основу картирования загрязнения водных ресурсов (эти карты здесь не приводятся).

Таблица 17

Аттестационная шкала уровня загрязнения
водных ресурсов

Концентрация показателя, в мг/л				Вербальная (словесная) оценка степени загрязнения
БПК ₅	NH ₄	нефтепродукты	растворенный кислород	
< 2	< 0,15	< 0,02	> 9,0	Безвредная (чистая)
2,1—2,5	0,16— 0,30	0,021— 0,04	8,9—8,0	Малая
2,6—3,0	0,31— 0,50	0,041— 0,05	7,9—6,0	Допустимая
3,1—4,0	0,51— 0,90	0,051— 0,10	5,9—5,0	Существенная
4,1—6,0	0,91— 1,10	0,11— 0,30	4,9—3,0	Интенсивная
> 6	> 1,10	> 0,30	< 2,9	Катастрофическая

Характер загрязнения поверхностных вод республики по данным картирования (1985 год) имеет следующую картину.

По БПК₅ в наиболее тяжелом состоянии находятся реки Памбак—Дебед, Раздан, Гаварагет, Зод, Агстев и нижнее течение р. Касах. Степень загрязнения вод этих рек в несколько раз превышает ПДК и описывается категорией «катастрофическое загрязнение». Реки Ахурян, Вохчи, мелкие притоки р. Куры загрязнены интенсивно. К категории существенного загрязнения относятся реки: Азат, Веди, верхнее течение р. Касах, Мегригет, Воротан, Гетик. Загрязненность остальных рек республики находится в пределах допустимых норм ПДК.

По содержанию органических соединений в поверхностных водах в категорию катастрофического загрязнения попадает значительно большое число рек: Памбак—Дебед, Раздан, Гаварагет, Зод, Агстев, Аргичи, Ахурян, Вохчи. Существенно и интенсивно загрязнены реки: Мартуни, Дзорагет, Азат, Веди, Мегри.

По содержанию нефтепродуктов в поверхностных водах катастрофически загрязнены реки Памбак—Дебед, Раздан, Агстев, Ахурян, нижнее течение р. Касах, ряд рек Севанского бассейна, Вохчи, остальные реки республики загрязнены нефтепродуктами интенсивно или существенно. По содержанию растворенного кислорода в поверхностных водах по территории республики катастрофически загрязненных рек не наблюдается. К интенсивному загрязнению относятся только реки Памбак—Дебед и Агстев, а к категории существенного загрязнения—реки Раздан, Ахурян, Вохчи, Касах. Кислородный режим остальных рек находится в удовлетворительном состоянии.

4.3. Интегральная оценка загрязненности водных объектов

Приведенные выше характеристики загрязненности по отдельным показателям могут быть использованы при решении конкретных проектных задач, а также при планировании водоохраных мероприятий конкретно для каждого из рассмотренных показателей в отдельности. В связи с этим они не могут дать представления об общей (интегральной) загрязненности водных ресурсов, на основании которой можно выявить степень вреда (ущерба), наносимого хозяйственной деятельностью человека водным ресурсам, что в конечном счете оборачивается ущербом для людей и народного хозяйства в целом. Поэтому становится необходимой интегральная (обобщенная) оценка степени загрязненности водных ресурсов. Общее решение этой задачи на примере условий поверхностных вод Армянской ССР дается ниже.

Прежде всего необходимо пронормировать веса показателей

загрязнения, т. е. осуществить их ранжирование. Присвоив показателям загрязнения номера, получим следующую ранжированную последовательность: БПК₅ ($i=1$); NH₄ ($i=2$); нефтепродукты ($i=3$); растворенный кислород ($i=4$) (здесь i —номер показателя загрязнения в системе относительной степени токсичности показателя загрязнения). Необходимо «взвесить» эти показатели загрязнения по признаку значимости их в общей загрязненности водных объектов.

Существует два основных способа нормирования весов показателей загрязнений. Первый базируется на опросе экспертов, второй—на математическом моделировании [9].

Использование информации, полученной от специалистов на основе опроса экспертов (анкет), получило название методов экспертных оценок. Экспертные оценки не являются открытием нашего времени. Практика использования специалистов в качестве экспертов восходит своими истоками к глубокой древности. Однако, несмотря на древность профессии эксперта, научные методы обработки информации, получаемой от специалистов, получили свое развитие лишь во второй половине XX в., а в настоящее время обстоятельно освещены в советской и зарубежной литературе. Поэтому отметим (в тезисной форме) лишь его основные особенности (для поставленной нами цели).

Создается группа экспертов в составе 18—20 человек. Ставится задача: ранжировать загрязнители и определить их веса в фиксированном диапазоне изменения весов (например, от 1 до 0). Диапазон изменения весов условно разделяется на статистические классы (напр. со «ступенью» 0,1). Экспертам предлагается анкета, в которую они вносят веса каждого загрязнителя. Мнения экспертов отображаются в виде вариационного ряда и гистограмм, в которых по оси абсцисс откладываются статистические классы, а по оси ординат частота попадания мнений экспертов. В полученной таким образом гистограмме определяется медиана, которую принимают за среднее значение веса по данному загрязнителю. Согласованность мнений экспертов выясняется с помощью коэффициента конкордации. Приближение его к единице соответствует полному единству мнений экспертов в оценке веса соответствующего загрязнителя и, наоборот, стремление его к нулю означает отсутствие согласованного мнения. В этом случае проводится второй (третий) тур опроса.

Многие исследователи отмечают, что точность экспертных оценок существенно зависит от содержания и формы вопросников, а также подбора экспертов. Кроме того, на точность получаемых результатов оказывают влияние область применения, метод группировки суждений и наличие статистических данных о качестве рекомендации, полученных с помощью данного метода в прошлом.

Следует также подчеркнуть, что использование математических методов и ЭВМ само по себе не вносит коренных изменений в субъективный характер оценки, получаемых от экспертов. Вместе с тем упорядочение и анализ этих оценок позволяют обобщить суждения специалистов и выявить полезную информацию, содержащуюся в них в скрытом виде. Поэтому, применяя экспертные методы при выборе наиболее предпочтительных альтернатив, как указывается в работе [9], надо использовать их как инструмент подготовки, а не как механизм принятия решений.

Способ нормирования весов экологических объектов (показателей загрязнений) на основе математического моделирования разработан в инженерном прогнозировании. Математическая модель позволяет упорядочить и формализовать самые общие исходные соображения экспертов в виде системы начальных условий.

Способ математического моделирования заключается в подборе такой однозначной функции $\varphi(i)$, которая удовлетворяла бы определенным начальным условиям: а) при $i=1$, $\varphi(i)=1$; б) при $i \rightarrow \infty$, $\varphi(i) \rightarrow 0$; в) при $1 < i < \infty$ значение $\varphi(i)$ не имеет экстремума.

Такой общей весовой функцией, удовлетворяющей всем требуемым условиям и являющейся однозначной, может быть:

$$\varphi(i) = \frac{1}{2^{i-1}}, \quad (13)$$

где i — номер показателя загрязнения в ранжированной последовательности из m загрязнений.

Из сопоставления ранжированной последовательности и формулы (13) получим следующие значения весовой функции в зависимости от номера загрязнителя:

$i=1, \varphi(i_1) = \frac{1}{2^0} = 1 \dots\dots$	БПК ₅ ,
$i=2, \varphi(i_2) = \frac{2}{2^2-1} = 1 \dots\dots$	NH ₄ ,
$i=3, \varphi(i_3) = \frac{3}{2^3} = 0,75 \dots$	нефтепродукты,
$i=4, \varphi(i_4) = \frac{4}{2^4} = 0,50 \dots\dots$	растворенный кислород

Следует отметить, что вопрос определения степени токсичности («веса») отдельных показателей загрязнений вод все еще недостаточно изучен. Поэтому принятая нами последовательность

ранжирования по функции (13) в значительной степени условна. Можно надеяться, что дальнейшие исследования позволят более точно определить «вес» показателя загрязнений водной среды.

При количественной оценке степени загрязнения вод необходимо определить коэффициент загрязнения λ , который представляет собой совокупность загрязнения от всех показателей загрязнений H , отнесенный к приведенному числу загрязнителей m_n :

$$\lambda = \frac{H}{m_n}. \quad (14)$$

Исходная предпосылка для определения величины H —выяснение предельной концентрации ингридиента загрязнения ρ , которую можно представить в виде отношения:

$$\rho = \frac{N}{\Phi}, \quad (15)$$

где N —фактическая концентрация показателя загрязнителя; Φ —гигиенически допустимая концентрация (предельно допустимая концентрация—ПДК).

Совокупное воздействие нескольких показателей загрязнений H будет равно

$$H = \sum_{i=1}^n \frac{N}{\Phi} \cdot \varphi(i). \quad (16)$$

Имея характеристику относительной токсичности (вредности) показателей загрязнений $\varphi(i)$ можно определить приведенное значение числа показателей загрязнений m_n :

$$m_n = \sum_{i=1}^n \varphi(i). \quad (17)$$

Внося значения H из (16) и m_n из (17) в исходное соотношение (14), получим выражение для определения коэффициента загрязнения воды

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{N}{\Phi} \cdot \varphi(i)}{\sum_{i=1}^n \varphi(i)}. \quad (18)$$

В соответствии с формулой (18) можно составить аттестационную шкалу—таблицу по оценке степени загрязнения водной среды (табл. 18). По этой формуле нами подсчитаны коэффициенты загрязнения поверхностных вод Армянской ССР за 1985 год для 77 пунктов наблюдений, на основании которых составлена карта общей (интегральной) загрязненности поверхностных вод республики (без оз. Севан) (рис. 13).

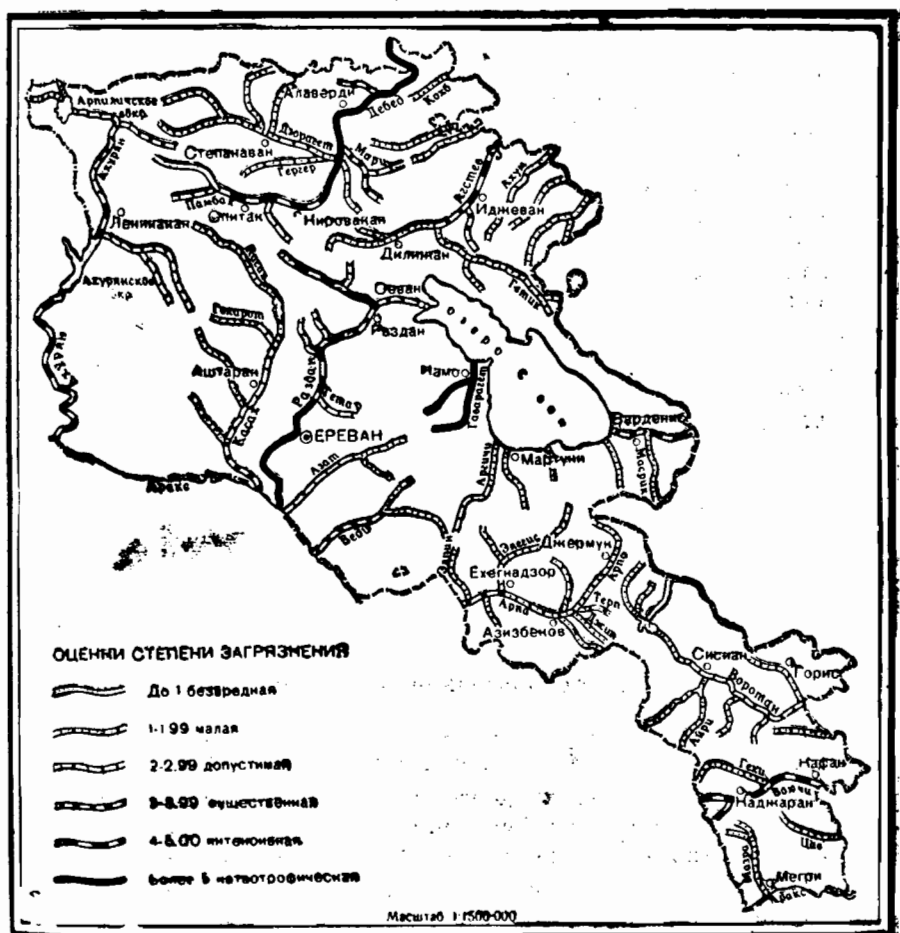


Рис. 13. Карта интегральной загрязненности поверхностных вод Армянской ССР.

Оценка степени загрязнения вод при значениях
коэффициента загрязнения

Коэффициент загрязнения вод λ	Вербальная оценка степени загрязнения вод
До 1,0	Безвредная
1—1,99	Малая
2—2,99	Допустимая
3—3,99	Существенная
4—5,00	Интенсивная
Более 5	Катастрофическая

Анализ этой карты показывает, что к категории катастрофического загрязнения относятся только три водотока: р. Памбак—Дебед—ниже г. Кировакана, р. Раздан—ниже курорта Арзни и р. Гаварагет—ниже г. Камо. Весьма интенсивно загрязнены: р. Ахурян—ниже г. Ленинакана, р. Раздан—на участке г. Раздан—курорт Арзни, Р. Агстев—ниже г. Иджевана, р. Зод—ниже с. Зод, р. Вохчи—ниже г. Каджарана. Интенсивно загрязнены реки Арпа—ниже пгт. Ехегнадзор, Мартуни, Дзыкнагет, Агстев—до г. Иджевана, Памбак—Дебед—на участке г. Спитак—г. Кировакан. Остальные реки республики либо не загрязняются, либо загрязненность их находится в пределах допустимых пределов (норм ПДК). Эти выводы подтверждают ранее сделанное заключение о загрязненности поверхностных вод республики отдельными ингридентами загрязнения.

ГЛАВА 5

ПРОБЛЕМА ОЗЕРА СЕВАН

5.1. Использование вод озера

Высокогорное озеро Севан является одним из уникальных водоемов мира. Озеро Севан—неповторимое чудо Армении—снискало себе широкую популярность не только за необыкновенную чистоту голубой воды и особые природные условия бассейна (горный воздух, живописный ландшафт, исключительно большое количество солнечных дней, обилие ультрафиолетовых лучей). Благодаря весьма благоприятным условиям, в Севане много ценной рыбы. Севан—незаменимый рекреационный ресурс Армении. Он единственный перспективный источник водоснабжения республики.

Проблема озера Севан—главнейшая и крупнейшая проблема Армянской ССР, которая по своей значимости вышла за пределы республики и приобрела союзное значение, о чем говорилось и на XXVI съезде КПСС. История человечества знает много примеров преобразования природы, но то, что произошло с Севаном, весьма назидательно и требует к себе самого серьезного внимания и тщательного изучения в связи с рациональным использованием человеком природных богатств [75].

Проблема рационального использования водных ресурсов озера Севан имеет многолетнюю историю и при этом в ходе своего осуществления она прошла ряд этапов и на каждом из них отражала потребности народного хозяйства республики.

Армянская ССР, как было отмечено в главе 2, не имеет топливных энергетических ресурсов, а водные ее ресурсы весьма ограничены. По запасам водных ресурсов в республике выделяется озеро Севан, воды которого, благодаря высокому расположению, обладают значительным энергетическим потенциалом. Поэтому уже в начале нашего столетия возникла идея использования севанских вод для получения электроэнергии и орошения земель [7].

Остановимся на проблеме использования севанских вод более подробно.

Естественный режим озера (до спуска). Севанский бассейн представляет собой окруженную со всех сторон высокими хребтами гор котловину, в нижней части которой расположено оз. Севан. Происхождение озера—вулканическое: от запруды русла р. Раздан лавами вулканов Гегамского хребта.

Площадь зеркала была равна 1416 км², высота над уровнем моря 1916,00 м, длина по большой оси—75 км, средняя ширина—19 км, наибольшая ширина—56 км. Озеро делится на две части: Большой Севан (1032,4 км²) и Малый Севан (383,6 км²). Средняя глубина его 41,3 м, Большого Севана—37,7 м, Малого Севана—50,9 м. Максимальная глубина Большого Севана—37,7 м, Малого Севана—98,7 м. Объем воды в озере—58,8 км³. Площадь водосборного бассейна 4851 км², без озера—3435 км².

Площадь водосборного бассейна больше озера лишь в 3,4 раза, что весьма редко встречается в мировой лимнологической практике. Так, для сравнения отметим, что площадь водосбора оз. Байкал больше озера в 14,1 раза, оз. Ильмень—в 31,5, Женевского озера—в 13,7, Боденского озера—в 23 раза и т. д. [24, с. 15].

Вследствие неоднородности геологического и геоморфологического строения бассейна распределение притоков вдоль берегов неравномерное. Всего в оз. Севан впадает 28 рек и ручейков, наиболее существенными из которых являются рр. Аргичи и Гавара-

гет. Кроме этих рек, на южном побережье имеется ряд малых рек—Варденис, Бахтак, Мартуни и др. В юго-восточной части бассейна целая сеть мелких речек образуют р. Масрик со сравнительно большим и постоянным стоком воды.

В северной части бассейна существенным является лишь р. Дзыкнагет, текущая с отрогов Памбакского хребта. Из озера вытекает единственная река Раздан, через которую она связана с р. Аракс и далее с р. Курой.

Воды Севана пресные и прозрачные. Прозрачность воды озера достигала примерно 12 м. Температура воды на поверхности озера летом достигала $+21^{\circ}\text{C}$, в зимнее время озеро редко замерзало, сказывалась значительная теплоемкость и сильные волнения. Климат в бассейне Севана континентальный, осадки выпадают в количестве от 350 до 800 мм в год, число часов солнечного сияния достигает до 2800.

Схемы использования вод озера Севан. Средний уровень оз. Севан в течение многих веков оставался неизменным, вследствие установленного определенного равновесия между приходами и расходами воды.

Систематические наблюдения за озером были начаты еще в 1899 г. и данные наблюдений, а также ряд научных исследований [7, 15, 16, 84] в этой области дают возможность с большой точностью определять усредненные компоненты водного баланса озера (табл. 19).

Естественный средний многолетний водный баланс озера Севан (в млн. м³)

Приходная часть		Расходная часть	
Поверхностный приток	720	Испарение	1210
Осадки на зеркало озера	550	Поверхностный отток	50
Подземный приток	50	Подземный отток	60
Итого:	1320		1320

Как видно из этой таблицы, в естественных условиях основная часть поступающего в озеро стока (около 92%) испарялась и через Раздан вытекало менее 4% этого стока. Поэтому идея использования вод Севана заключалась в том, чтобы путем снижения уровня озера (примерно 50 м за 50 лет) резко уменьшить объем испаряющейся воды и тем самым получить дополнительные водные ресурсы (около 700 млн. м³), которые в то время так нужны были республике с ее ограниченными водными ресурсами.

при полном отсутствии топливных ресурсов и крайней засушливости территории. Эти воды были необходимы для орошения и получения электроэнергии. Возникла проблема оз. Севан.

Идея использования вековых запасов вод озера Севан возникла еще в начале нашего столетия. Осуществление же ее началось после установления Советской власти в Армении. Технический проект использования севанских вод был готов в 1930 г., а осуществление его началось с 1933 г. Главные задачи этого проекта заключались в:

1. Создании мощной энергетической базы, столь нужной для развития экономики Армянской ССР.

2. Орошении в Араратской долине до 130 тыс. га земель.

3. Регулировании Закавказской энергосистемы.

Мероприятия по использованию вод озера предусматривалось осуществить в два этапа. На первом этапе была разработана Севан—Разданская ирригационно-энергетическая схема, согласно которой предусматривалось уровень Севана в течение 50 лет понизить на 50 м. Ежегодно должно было выпускаться 1025 млн. м³ воды, из них 650 млн. м³—для энергетических целей, а 375 млн. м³—для орошения. При этом ожидалось, что Большой Севан почти высохнет (осушенное дно предполагалось использовать для посева сельскохозяйственных культур), а поверхность озера сократится почти в 7 раз (останется небольшое озеро площадью 239 км²), а объем—в 8,5 раза. В этом случае к концу первого этапа в озере должен был устанавливаться новый водный баланс со среднегодовым свободным стоком в р. Раздан в размере 700 млн. м³, вместо 50 млн. м³, т. е. свободный сток возрос бы в 14 раз. В последующем периоде попуски воды из озера в объеме 700 млн. м³ в год должны были осуществляться уже не за счет вековых запасов вод озера и снижения его уровня, а за счет резкого уменьшения испарения.

По этому принципу была разработана первоначальная схема Севан—Разданского каскада гидроэлектростанций общей мощностью 557 тыс. кВт, которые в год могли дать $2,5 \cdot 10^9$ кВтч электроэнергии. Первенец каскада—Канакерская ГЭС была построена в 1936 году.

Схематично и коротко таковы были исходные положения использования вековых запасов вод озера Севан. Однако, в ходе осуществления проекта, возник ряд непредвиденных обстоятельств, которые существенно нарушили первоначальные расчеты. Прежде всего отметим, что высказывания о том, что спуск уровня Севана был ошибочным, необоснованным, являются, конечно, неправильными.

В тридцатые годы Армянская ССР крайне нуждалась в электроэнергии, нехватка ее тормозила развитие промышленности и

сельского хозяйства. Электроэнергия была нужна для проведения многих преобразований и культурной революции в деревне. Поэтому для республики, не имевшей никаких топливных ресурсов, тогда почти единственной надеждой были гидроэнергетические ресурсы озера Севан. Озеро служило тем ключом, который открывал широкие возможности для быстрейшего подъема отсталого хозяйства молодой республики, развития электроэнергии и орошения—базовых отраслей экономики, сыгравших решающую роль в становлении современного производственного комплекса Армянской ССР.

Севан, и только Севан мог в те тяжелые для нашей республики годы стать источником для орошения 80 тыс. гектаров иссушенной жаждой земли, заложить основу развития приоритетных отраслей промышленности. Без создания мощной энергетической базы наша экономика, несомненно, не могла бы подняться на такой уровень развития, какой имеет место в настоящее время.

Таким образом, было бы ошибочно рассматривать и оценивать решение Севанской проблемы только с позиций сегодняшнего дня. Суть вопроса заключается не в правильности идеи Севанской проблемы, а в осуществлении ее, в крайне нерациональном использовании вод озера.

Известно, что на экономику любого технического мероприятия серьезное влияние оказывают сроки его завершения. Схемой использования вод Севана предусматривалось завершение ее энергетической части за 13—14 лет, т. е. к 1946—1957 гг. ввести в строй все гидроэлектростанции каскада. Но в действительности получилось так, что их строительство сильно задержалось. Если перевенец каскада, как было указано выше, начал давать электроэнергию еще в 1936 году, то строительство последней ступени каскада—Ереванской ГЭС было закончено лишь в 1962 году, т. е. с опозданием на целых 25 лет.

Севанская вода текла мощным потоком, но на пути до Канакерской ГЭС она никакой пользы не приносила, т. к. не были готовы ни каскад ГЭС, ни ирригационные сооружения. Вода совершала лишь малую долю (18%) той работы, на которую она была способна [24, стр. 61]. Все это привело к весьма нерациональному использованию вод Севана.

К началу 60-х годов Севан-Разданский каскад вырабатывал 90—95% всей электроэнергии республики. На этой базе быстрыми темпами стали развиваться цветная металлургия, химическая промышленность, машиностроение. Одновременно были построены также Арташатская, Нижне-Разданская, Норкская, Котайская, Арзни-Шаирамская, Алапарсская и другие оросительные системы, которые в настоящее время обеспечивают орошение 100 тыс.

та земель в Араратской долине и предгорных районах. Все это было достигнуто за счет сработки вековых запасов озера.

В 1950 г. была уточнена схема Севан—Разданского каскада. В ней было решено, что на втором этапе осуществления схемы, т. е. когда вековые запасы будут полностью использованы, свободные воды Раздана пойдут на орошение. Но уже в конце 50-х годов стало ясно, что некоторые решения этой схемы требуют уточнений как в связи с недостаточными техническими и экономическими проработками отдельных вопросов, так и в связи с оценкой роли ресурсов озера в хозяйстве республики:

- не удалось освоить для сельскохозяйственного производства земли, освободившиеся после спуска озера (почвогрунты слабо-развиты, преобладают окислительные процессы, имеют песчаный механический состав, крайне бедны гумусом, подвергаются интенсивной эрозии);

- после снижения уровня озера резко упало его значение для надежного водообеспечения Араратской долины и повышения гарантированной (базисной) выработки Закавказской энергосистемы;

- велика рыбохозяйственная роль озера в республике: на долю Севана приходилась почти половина всего государственного лова, причем более 80% рыбных запасов составляли ценные виды рыб (форель и сиг);

- возникала реальная угроза потери рекреационных ресурсов бассейна озера, исчезновения Большого Севана;

- требовалось разработать крупные мероприятия по регулированию устьев рек, впадающих в озеро, по осушению обнажаемого дна озера и предотвращению опасности образования болот;

- расчеты показали, что к концу текущего столетия все водные источники республики практически будут исчерпаны (об этом более подробно см. главу 6), и Севан станет единственным гарантированным источником перспективного водоснабжения населения и промышленности.

Одновременно в конце 50-х годов стало ясно, что севанской энергии недостаточно для дальнейшего развития народного хозяйства республики. В связи с этим в 1956 г. было решено пересмотреть схему использования вод Севан—Разданского каскада и оз. Севан в целом.

В целях сохранения уровня воды оз. Севан на высоких отметках были предусмотрены необходимые средства для строительства в Армянской ССР ряда ТЭЦ, а также линии электропередачи Акстафа—Ереван, с тем, чтобы получить электроэнергию из Азербайджанской ССР. Было отмечено строительство трех гидроэлектростанций ниже Ереванской ГЭС (Верин Аргаванд, Неркин Аргаванд, Норагавит). Попуски воды из оз. Севан были огра-

ничены до 500 млн. м³ в год, из них для орошения земель 380 млн. м³ и 120 млн. в зимний период для энергетики. Эта новая задача была решена тогда, когда республика получила газ из Карадага (Азербайджанская ССР) и Ирана. Тепловые станции, сооруженные в Ереване, Раздане, Кировакане и строительство Армянской атомной станции в корне изменили энергетический баланс республики. Была снята максимальная нагрузка с гидростанций Севан—Разданского каскада, что позволило уменьшить попуски воды из озера Севан. Станции каскада стали работать не на полную мощность, а в основном, по оросительному графику. Размер максимального снижения уровня Севана был установлен в 18 м, а размер сокращения зеркала озера—не более 12—13%. Это было новое, положительное решение севанской проблемы.

Следует отметить, что даже при попусках 500 млн. м³ в год уровень озера, хотя и сравнительно медленно, но все же продолжал бы снижаться и терял бы свою эффективность Севан—Разданский энергетический каскад. Полностью прекратить попуски воды из оз. Севан было нельзя, так как без воды вновь остались бы десятки тысяч гектаров орошаемых земель Араратской равнины. Необходимо было искать новые источники воды и прекратить дальнейшее снижение уровня оз. Севан.

Был составлен проект использования вод р. Севджур, являющейся единственной рекой Араратской равнины и берущей начало в районе оз. Мецамор и впадающей в р. Аракс. Построенные в 1967 и 1968 гг. Аревшатская и Мхчянская насосные станции дали возможность сократить на 175 млн. м³ в год попуски воды из оз. Севан для целей орошения. В 1966 г. вошло в строй Апаранское водохранилище, которое ежегодно дает 90 млн. м³ взамен Севанских вод. Предусматривалось регулирование стока рек Раздан, Касах, Азат, Веди и Ахурян.

В целях сохранения уровня Севана на возможно высоких отметках в 1961 г. был составлен проект строительства тоннеля-водовода от р. Арпа до оз. Севан. Расчетный расход тоннеля на участке Арпа—Элегис 18 м³/сек, а на участке Элегис—Севан—23 м³/сек. Ежегодная переброска вод Арпы в оз. Севан составляет 250 млн. м³ (средний многолетний расход). Строительство тоннеля завершено в 1981 году. Осуществленные мероприятия позволили резко сократить попуски воды из оз. Севан и довести их до 400 млн. м³ в год.

А тем временем уровень озера продолжал снижаться, и к 1975 г. снизился от естественной отметки на 18 м. В конце 70-х годов для нужд народного хозяйства республики необходимо было использовать из Севана более 600 млн. м³ воды в год, из них 100 млн. м³—безвозвратное в водопотребление на водоснабжение и орошение земель в бассейне Севана, 380 млн. м³—на орошение

земель Араратской долины и предгорных районов и 120 млн. м³ для покрытия графика нагрузки энергетики в зимний период. Все-го же озеро Севан могло дать 520 млн. м³ воды в год (250 млн. м³ переброска из р. Арпы) и 270 млн. м³ естественного стока из озера).

В связи с этим было принято решение с 1978 г. отказаться от энергетических попусков, а также разработать и осуществить ряд мероприятий, обеспечивающих повышение уровня озера (о них более подробно рассказывается ниже).

Начиная с 1934 г. по 1981 г. уровень озера снизился на 18,5 м, использовано из вековых запасов 24,6 млрд. м³, вследствие чего объем с 58,8 млрд м³ сократился до 34,2 млрд. м³ (или около 42% первоначальных запасов), а зеркало озера с 1416 км² сократилось до 1244 км² (или на 11,7%). Уровень озера с 1916,00 м снизился и на 1.04. 1981 г. (начало поступления в оз. Севан вод р. Арпа) составлял 1897,09 м (рис. 14).

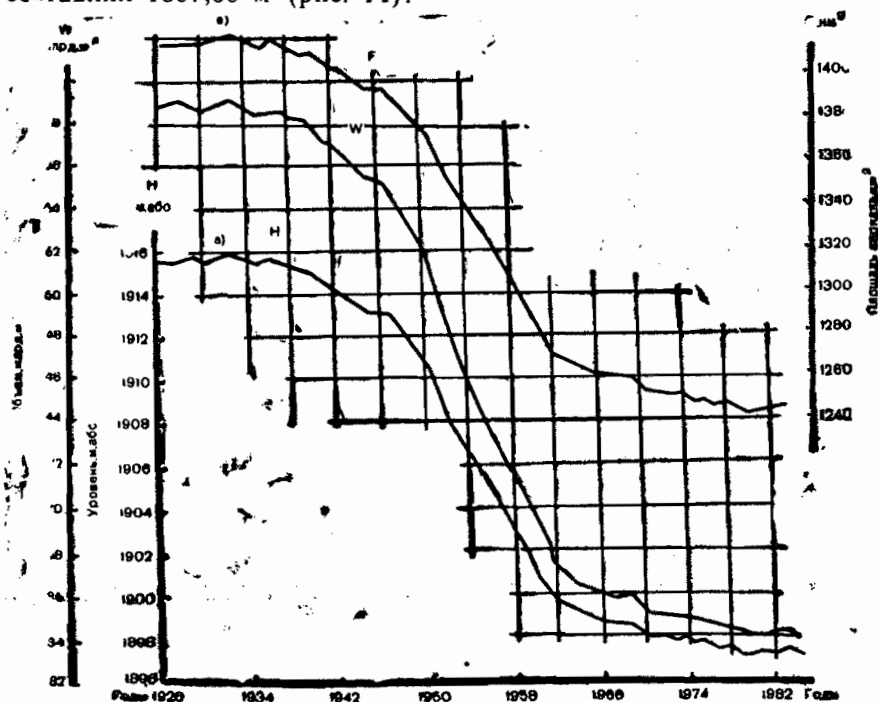


Рис. 14. Изменение уровня (а), объемов (б) и площади (в) оз. Севан за многолетие

Наиболее интенсивно уровень озера снижался в 1952, 1953 и 1961 годах, когда годовые попуски достигали 1,7–1,8 млрд. м³, а

спад уровня—1,27—1,30 м. Если проследить динамику спуска озера по пятилеткам, то можно выявить следующую картину (табл. 20). Наибольший спуск (5,17 м) имел место в 1951—1955 гг., что составляет около 27% всего спуска уровня озера.

Таблица 20

Изменение уровня, объема воды и площади зеркала оз. Севан в период 1934—1986 гг.

Годы	Уровень		Объем		Площадь	
	в м	в ‰	в км ³	в ‰	в км ²	в ‰
1934—1940	—0,37	2,0	—0,6	2,4	—4	2,2
1941—1945	—1,90	10,0	—2,5	10,0	—17	9,6
1946—1950	—2,15	11,3	—3,0	12,0	—17	9,6
1951—1955	—5,17	27,2	—7,0	27,7	—44	24,8
1956—1960	—3,95	20,8	—5,2	20,7	—41	23,1
1961—1965	—3,30	17,4	—4,1	16,4	—32	18,0
1966—1970	—0,61	3,2	—0,8	3,2	—7	3,9
1971—1975	—0,73	3,8	—0,9	3,6	—7	3,9
1976—1980	—0,56	2,9	—0,7	2,8	—6	3,4
1981—1986	—0,26	1,4	—0,3	1,2	—2,7	1,5
Итого:	—19,0	100	25,1	100	177,7	100

За этот же период объем озера уменьшился на 7 млрд. м³, а площадь зеркала—на 44,0 км². Большие попуски продолжались до 1962 г. (до 1,0—1,4 млрд. м³ в год), а затем они уменьшились до 500—400 млн. м³ в год.

Представляет определенный интерес изменение морфометрических характеристик озера после завершения строительства тоннеля Арпа—Севан. Анализ имеющихся данных показывает, что за 1981—1984 гг., когда тоннель работал, было переброшено арпинской воды в озеро около 1 млрд. м³, благодаря чему уровень Севана поднялся на 25 см. Затем, в связи с приостановкой работы тоннеля, вызванной аварийной ситуацией на некоторых его участках и необходимостью восстановительных работ, а также большими попусками воды на оросительные нужды, уровень его упал за 1985—1986 гг. на 34 см., объем сократился на 0,43 км³, площадь—на 3,6 км².

По положению на начало 1988 г. отметка уровня воды озера составляет 1897,10 м., глубина сработки—18,90 м, площадь зеркала—1237,2 км², объем воды—33,238 км³.

5.2. Современное экологическое состояние озера

До спауска уровня Севан представлял собой глубокий водоем с чистой, насыщенной кислородом водой, со слабым развитием органической жизни, с большим постоянством в протекании всех процессов. Условия существования форели в озере были исключительно благоприятными, идеально соответствовали ее требованиям.

В доспусковой период озеро Севан было типичным олиготрофным водоемом с высоким качеством воды и прозрачностью, составляющей в среднем 12 м. Оно было одним из наиболее крупных форелевых водоемов мира. Понижение уровня и интенсивное загрязнение привели к сильному росту трофии озера, снижению качества его воды, подорвали промысел наиболее ценных видов рыб, вследствие прекращения естественного воспроизводства форели и массовой гибели популяции сига.

Спуск вековых запасов вод озера по разному повлиял на отдельные его части вследствие различия морфометрических характеристик Малого и Большого Севана и всего озера, что видно из табл. 21.

Таблица 21

Изменение морфометрических характеристик,
вследствие спауска уровня озера Севан
(1934—1986 гг.)

Параметры	Единица измерения	Малый Севан	Большой Севан	Все озеро
Средние глубины	%	23,5	40,9	35,4
Площадь	%	15,2	11,7	12,7
Объем	%	34,7	47,7	43,3

Значительно изменился также и водный баланс (табл. 22).

Таблица 22

Водный баланс оз. Севан в разные периоды

Водный баланс по:	Приход, в млн. м³/год				Расход, в млн. м³/год			
	поверх- ностный приток	осадки на зерка- ло озера	под- земный приток	суммар- ный приток	испа- рение	поверх- ностный отток	под- земный отток	суммар- ный расход
В. К. Давыдову (1927—1934 гг.)	720	550	50	1320	1210	50	60	1320
Г. Г. Вардумяну (1970—1975 гг.)	741	473	50	1264	1022	459	20	1501
а) (1951—1965 гг.)	745	487	150	1382	1127	1302	30	2459
б) (1966—1980 гг.)	797	458	150	1405	1064	432	30	1526

В связи с сокращением объема воды озера и сохранением значительных попусков из озера существенно сократился период активного водообмена (с 0,001 до 0,016 части обмена воды в год).

Термический режим оз. Севан изучается с 1929 года, поэтому накопленный материал позволяет оценить изменения в тепловом состоянии озера наиболее надежно по сравнению с другими элементами гидрологического режима, так как температура воды на акватории систематически измеряется в одних и тех же точках практически в течение 40 лет. Анализ материалов показал, что изменения, вызванные понижением уровня озера, коснулись всех характеристик термического режима. Так, в настоящее время наблюдается более быстрое прогревание воды в весенне-летний период и более быстрое охлаждение осенью. Вследствие уменьшения теплосодержания воды (до спуска было около $700 \cdot 10^{12}$ ккал, в настоящее время— $500 \cdot 10^{12}$ ккал) озеро стало чаще покрываться сплошным льдом толщиной порядка 20—30 см.

Заметно увеличивалась амплитуда внутригодовых колебаний температуры поверхностного слоя. Если в 1951—1960 гг. амплитуда среднемесячных температур составляла в среднем $16,8^{\circ}\text{C}$ как в Малом, так и в Большом Севане, то в 1971—1985 гг. она достигала соответственно $18,3$ и $18,6^{\circ}\text{C}$. Наиболее существенные изменения термического режима, связанные с уменьшением объема озера, произошли в глубинных слоях.

До снижения уровня озера мощность верхнего прогретого слоя в течение лета постепенно увеличивалась и в августе—сентябре достигала предельного развития. К этому времени высокие летние температуры проникали в прибрежной части до глубины 25—30 м, а центральной—лишь до 10 м. Таким образом, в Большом Севане явно различались две области: центральная—холодная зона так называемого «температурного купола» (гиполимнион) и прибрежная—теплая. Ниже глубины 25—30 м в прибрежной части и ниже глубины 10 м в центральной части—в районе «купола» располагались слои воды с температурой $4-8^{\circ}\text{C}$.

Изменения в температурном режиме водной толщи Большого Севана, связанные с понижением уровня, более значительны, чем в Малом Севане. До спуска уровня озера около 80% площади Большого Севана (800 км^2) имело глубину более 30 м. Объем холодной воды при этом составлял около 27 млрд. м^3 . Со спуском озера и уменьшением его глубины площадь с глубинами менее 30 м в Большом Севане постепенно увеличивалась и все большая часть дна оказывалась в пределах действия высоких летних температур, а площадь, занятая холодными водами, соответственно сокращалась.

Глубина залегания термоклина не изменилась, но в результате сработки слой «температурного скачка» в центральных районах

Большого Севана стал достигать дна. В настоящее время площадь Большого Севана, где под слоем «температурного скачка» еще сохраняются холодные воды, уменьшилась до 150—200 км², что составляет около 20% всей площади «температурного купола». Объем глубинных холодных вод при этом сократился в 27 до 3 млрд. м³. В настоящее время большая часть придонных вод Большого Севана (около 80%) в летне-осенний период имеет температуру 15—20°C, тогда как до спуска озера такие температуры наблюдались лишь на 20% площади дна. Средняя температура в летний период повысилась на 2°C.

Существенные изменения произошли в сроках и температуре установления осенней гомотермии (равная температура воды на всю глубину озера). Так, на значительной части Большого Севана гомотермия в настоящее время устанавливается в среднем на 25 дней раньше, чем в период интенсивной сработки озера. Соответственно более, чем на 3°C, увеличились средние и предельные температуры, при которых наступает гомотермия. Несколько меньшие изменения отмечены в районе «купола холодных вод»: гомотермия в современных условиях устанавливается на 10—15 дней раньше и при температурах почти на 2°C выше, чем в предшествующий период. В Малом Севане время установления осенней гомотермии не изменилось, а незначительные различия в средней и предельных температурах обусловлены многолетней ее изменчивостью.

В Большом Севане гипolimнион практически исчезает в сентябре—октябре, в то время как в естественных условиях он сохранялся до ноября с размерами большими, чем в настоящее время в июле.

В современных условиях к концу лета большая часть водных масс Большого Севана подвергается полному (до дна) перемешиванию, при этом возросло абсолютное количество вовлекаемых в циркуляцию водных масс. Необходимо отметить, что указанные выше изменения сроков установления гомотермии в Большом Севане наиболее резко выявились на стыке 50- и 60-х годов, когда уровень озера был близок к отметке 1902 м, т. е. примерно на 5 м выше наиболее низкого стояния уровня в конце 1980 года. Участились ледоставы: до 1947 г. озеро покрывалось льдом один раз в 15 лет, с 1948 г.—раз в 2—4 года, с 1971 г.—озеро замерзает почти ежегодно. Прозрачность воды озера Севан значительно уменьшилась: с 11,9 в допусковой период до 4,5 м в период 1975—1985 гг.

Из краткого описания температурного режима Большого Севана видно, что из прежнего глубоководного и холодноводного озера Севан превратился в неглубокий, хорошо прогреваемый водо-

ем, где высокие поверхностные температуры достигают дна озера и имеют большое значение для жизненных процессов озера.

Кислородный режим. В столь же большой степени оказался нарушенным и кислородный режим озера. Распределение кислорода тесно связано с температурным режимом водных масс.

В зимний период, когда температура воды и ее плотность по всем глубинам озера почти одинаковы, благодаря ветровому перемешиванию происходит интенсивное насыщение всей толщи воды кислородом, содержание которого в воде Севана доходило раньше до 10 мг/л.

С прогревом верхних слоев воды и образованием расслоения водных масс в летний период доступ кислорода в нижние холодные слои прекращается. В течение лета кислород расходуется на окислительные процессы, в результате чего содержание его в нижних слоях падает. До снижения уровня озера количество кислорода в придонных водах Большого Севана в большинстве случаев не опускалось ниже 7—8 мг/л. С начала спуска до конца 50-х годов существенных изменений кислородного режима в водах озера не произошло, хотя отмечена некоторая неустойчивость содержания кислорода, а также небольшие временные понижения, что связано с размытием илистых грунтов прибрежных районов. Заметное ухудшение кислородного режима Севана наблюдается примерно с 1960 г. и выражается во все возрастающем дефиците кислорода в глубинных слоях, лежащих ниже «температурного скачка».

В летний период в придонных слоях в конце периода стратификации содержание кислорода в среднем составляет 1—2 мг/л, что абсолютно недостаточно для окислительных процессов в озере и является летальным для рыбы. В отдельных пунктах наблюдения кислород вообще не обнаруживается. Такое резкое падение содержания кислорода в придонных слоях Севана связано наряду с сокращением объема воды в озере, также его интенсивным загрязнением сточными водами промышленности, коммунального и сельского хозяйства.

Режим биогенных и других элементов. До начала спуска Севан значительно выделялся среди большинства пресных озер почти круглогодичным отсутствием в воде биогенных элементов за исключением фосфора (0,3 мг/л). Севанская вода отличалась высокой минерализацией порядка 730 мг/л, активная реакция воды была ярко выраженной щелочной ($\text{pH}=9,0-9,4$). По содержанию ионов кальция и магния вода относилась к жесткой, окисляемость не превышала 2 мг о/л.

В связи со спуском озера произошли глубокие изменения также в гидрохимии и биологии Севана и резко обозначилась направленность всех изменений в сторону евтрофикации озера (под

евтрофированием понимают увеличение содержания в водоеме питательных веществ и первичной продукции).

Увеличилось в воде содержание биогенных элементов и их оборачиваемость. Изменился солевой состав. Значение БПК₅ вплотную подошло к пороговому пределу ПДК, нитратов и нитритов, ряда металлов (железо, магний, медь) и нефтепродуктов—превышает ПДК. Сравнительная оценка различных источников поступления биогенных элементов в озеро по данным «Комплексной схемы охраны природы и рационального использования природных ресурсов бассейна озера Севан» («Союзгипроводхоз», М., 1982) приведена в табл. 23.

Таблица 23

Сравнительная оценка различных источников поступления биогенных элементов в озеро Севан в 1982 г.
(в ‰)

Источники поступлений	Азот	фосфор
Речной сток (фоновое загрязнение)	18,1	22,0
Население	19,3	19,2
Промышленность	2,7	1,4
Животноводство	49,0	44,4
Рекреация	0,5	0,5
Вынос минеральных удобрений с сельскохозяй-		
дий	10,4	12,5

Данные этой таблицы показывают, что на первом месте по биогенному загрязнению озера стоит животноводство, на втором—население.

Анализ накопленных данных показывает, что соотношение натрия и кальция значительно превышает показатель ирригационной пригодности воды. В целом на фоне резких изменений в кислородном режиме и режиме биогенных элементов озера Севан изменение солевого состава его воды является менее выраженным. Жесткость и минерализация воды озера не изменились.

Гидробиологический режим. Столь существенные изменения в термическом, кислородном и в других режимах не могли не повлиять на ход биологических процессов в озере. В результате всего этого нарушены термо-биологические условия, биологическое равновесие и экологическая система озера в настоящее время переходит в новое состояние. В фитопланктонном сообществе озера произошли как структурные, так и функциональные изменения. До спуска в планктоне было обнаружено 40 видов, в настоящее время—более 100 видов. Наибольшего количественного

развития достигают диатомовые, зеленые и сине-зеленые рода «Анабас», являющиеся в некоторых случаях токсичными.

Увеличение содержания биомассы фитопланктона характеризует процесс евтрофирования водоема. Обобщенным показателем, характеризующим как биомассу, так и фотосинтетические возможности фитопланктона, является хлорофилл «а». Содержание хлорофилла «а» в воде из года в год уменьшается. Так, по данным Севанской гидробиологической станции АН Арм. ССР в 1982 г. по сравнению с 1976 г. содержание его снизилось почти на 30%.

Одним из наиболее важных биологических последствий спуска является возникшее в озере «цветение» воды, вызванное массовым развитием этих водорослей. При «цветении» огромные массы водорослей поднимаются в поверхностные слои воды, загрязняя их и ухудшая питьевые качества. Возможности для развития «цветения» появились в озере с того времени, когда большая часть дна Большого Севана стала интенсивно прогреваться, вследствие чего процессы распада органических веществ на дне озера ускорились и стал ощущаться значительный дефицит кислорода в придонных слоях воды. Такие условия сложились в оз. Севан с начала 1960 г. и с 1964 г. ежегодно приводят озеро к интенсивному «цветению» в летне-осенний период.

При дальнейшем усилении «цветения» качество воды еще более ухудшится и она станет непригодной для питья.

Другим очень важным следствием спуска воды явилось резкое сокращение запасов ценнейшего эндемического ишхана (форели), составляющего богатство Севана. Его улов сократился почти в 6 раз, и, судя по протекаемым процессам в озере, несмотря на интенсивные рыбопроизводные мероприятия, ишхан находится под угрозой исчезновения. Спуск озера неблагоприятно сказывался также и на условиях развития береговых зарослей микрофитов, на климате Севанского бассейна, ухудшая условия произрастания и урожайность сельскохозяйственных угодий коренных берегов. Микроклимат Севана стал несколько континентальнее, изменился ветровой и температурный режим, влажность, характер выпадения осадков. Вследствие снижения базиса эрозии рек происходило интенсивное углубление русел и увеличение выноса продуктов эрозии. Спуск уровня озера резко повлиял и на прозрачность воды с вытекающими из этого отрицательными последствиями. Увеличение мутности воды озера вызвано не только нарушением термического режима и других физических показателей, но и интенсивным увеличением массы речных вод с неблагоприятностроенных территорий населенных мест, пастбищ и животноводческих ферм.

Вследствие евтрофирования озера резко возросло его бактери-

риальное загрязнение. Так, если в 1966 г. по сравнению с допустовым периодом число бактерий в 1 мл увеличилось в 2 раза и пока соответствовало уровню олиготрофных водоемов, то в 1986 г. оно превышает уровень 1966 г. почти в 2,1 раза и соответствует уровню мезотрофных водоемов (бактериально значительно загрязненных).

Значителен также поток органического вещества на дно озера.

Роль отдельных факторов в усилении процесса евтрофирования озера. Проведенные исследования и расчеты показали, что усиление процесса евтрофикации озера вызвано двумя причинами: изменением его морфометрии—спуском уровня и интенсивным загрязнением озерной воды биогенными элементами.

За последние десятилетия количество хозяйственно-бытовых сточных вод в Севанском бассейне увеличилось более чем в два раза, промышленных сточных вод—в 15—20 раз. Следовательно, увеличилось и количество поступающих в озеро биогенных элементов, органических веществ, бактериальной флоры. В условиях уменьшения объема озера это не могло не повлиять на санитарное состояние озера и не ускорить процесс антропогенного евтрофирования его. В настоящее время в озере проявляется тенденция к слиянию отдельных участков загрязнения в общее кольцо по всему периметру. Резко увеличилось содержание аммиачных ионов в озерной воде, особенно в районе, примыкающем к с. Норадуз, отдельных металлов, нефтепродуктов.

Основными источниками загрязнения рек бассейна и озера Севан являются сточные воды промышленных предприятий, коммунального хозяйства города Камо, поселков городского типа Варденис и Мартуни, сельских населенных мест, многочисленных пищевых объектов и объектов отдыха и туризма Севанского побережья, животноводческих ферм, станций по эксплуатации сельхозтехники и машин, пестициды с сельскохозяйственных полей, ливневой сток с селитебной и промышленной территории населенных мест. Дополнительным фактором загрязнения речных и озерных вод бактериальной флорой являются мусорные свалки, расположенные прямо на берегах рек и озера.

Населенные пункты Севанского бассейна канализованы частично. Если для городов и поселков процент канализования высокий (60—70%), то в сельских населенных пунктах в основном канализованы только общественные и производственные здания, промышленные предприятия Севанского бассейна не имеют оборотного водоснабжения, что является, конечно, большим недостатком. Экономия свежей воды и интересы охраны вод озера от загрязнения настоятельно требуют введения на всех крупных предприятиях Севанского бассейна систем оборотного водоснабжения.

Согласно проработкам института «Союзгипроводхоз» совре-

менное и перспективное водопотребление и водоотведение имеют следующую картину (табл. 24).

Таблица 24

Водопотребление и водоотведение в Севанском бассейне (млн. м³ в год, с округлением)

Водопотребители	Водопотребление				Водоотведение			
	1980 г.	1985 г.	1990 г.	2000 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.	2000 г.
Население	12,6	18,2	40,6	67,3	9,12	13,1	17,7	33,6
Промышленность	7,49	11,9	12,2	18,4	4,92	9,14	9,05	14,0
Животноводство и сельхозмашины	4,47	5,48	7,13	10,6	2,24	2,86	4,46	8,20
Рекреация	0,24	0,34	0,42	0,71	0,24	0,34	0,42	0,71
Всего:	24,8	35,9	60,4	97,0	16,5	25,4	31,6	56,5

Как видно из этой таблицы, в настоящее время общее водопотребление составляет около 36 млн. м³ в год, в 2000 г. оно почти утраивается. Наибольший рост водопотребления предусматривается для населения (более чем в 5 раз) и промышленности (более чем в 2 раза). Соответственно увеличивается и объем водоотведения.

Высокая степень загрязнения вод Севана является следствием того, что новые мощности на предприятиях вводятся в действие без окончательной отработки технологии производства. Недостаточно действенны, а на ряде предприятий вообще отсутствуют, очистные сооружения. При аварийных сбросах выбрасывается большое количество отходов, содержащих вредные химикаты.

В настоящее время в Севанском бассейне действуют 10 очистных сооружений, в том числе в поселках Варденис и Мартуни, производительностью по 6500 м³/сутки. На Вардениские очистные сооружения поступает всего 2000 м³/сутки стоков. После очистки и хлорирования они сбрасываются в озеро через р. Масрик. Кроме этих организованных сбросов сточных вод, в р. Масрик сбрасываются и неочищенные стоки от отдельных объектов поселка Варденис, других населенных мест, золоторудной фабрики и поселка Зод.

На Мартунинской биологической станции очищаются только стоки от жилой и промышленной зоны, а от остальных объектов (хлебзавода, пивоваренного завода, мехбазы, автотракторной колонны и др.) без очистки сбрасывают в озеро через р. Мартуни. Мощность самой станции равна 40 л/с, т. е. менее 10% всех сточ-

ных вод поселка Мартуни. Сточные воды от некоторых предприятий г. Камо проходят механическую очистку на локальных сооружениях небольшой производительности. Основная масса хозяйственно-бытовых стоков г. Камо и почти всех крупных объектов сбрасывается в р. Гаварагет без очистки.

Имеющиеся в настоящее время в Севанском бассейне локальные очистные сооружения работают крайне неудовлетворительно, многие из них построены с большими недоделками, слабо осуществляется контроль со стороны администрации. В бассейне озера имеется более 45 предприятий, способных быть потенциальными загрязнителями Севана маслами и другими нефтепродуктами. Многие примитивные очистные сооружения (септики) зимой не работают.

От зоны отдыха попадают в озеро воды с сильным фекальным запахом, большими значениями ХПК порядка 100—110 мг/л, малым растворенным кислородом, всего 1—2 мг/л, большим количеством взвешенных веществ—190—200 мг/л. Крайне загрязнены воды Мартунинского филиала «Армэлектросвета», Зодского золоторудного комбината, молочного завода, трикотажной фабрики г. Камо, «Камокабель», «Камоприбор» и ряда других промышленных предприятий города Камо.

Одной из серьезных ошибок застройки зоны отдыха на побережье озера Севан следует считать то, что объекты отдыха удалены от берега не более чем на 500 м, а некоторые построены и строятся прямо на берегу, вместо требуемых не менее 1000 м, что делает невозможным создание второго пояса зоны охраны озера. Тогда как известно, что при отсутствии или недостаточной эффективности второго пояса зоны санитарной охраны барьерная роль очистных сооружений в отношении микробного загрязнения оказывается недостаточной. В настоящее время подавляющее большинство объектов отдыха свои сточные воды сбрасывает в озеро без очистки.

Многие животноводческие фермы расположены прямо на берегах рек, вблизи от уреза воды. Они не оборудованы жижеборниками и навозохранилищами, в результате часть биогенных элементов, содержащихся в навозе попадает с атмосферными осадками в реки и озеро. Поверхностный сток с территории населенных мест является одним из существенных источников загрязнения, что может быть сравнимо с хозяйственно-бытовыми и производственными сточными водами по содержанию взвешенных веществ, нефтепродуктов, хлоридов, СПАВ и других ингридиентов загрязнения.

Сточные воды промышленности, коммунального хозяйства, дождевого стока по расчетам Всесоюзного НИИ по охране вод ежегодно выносят в озеро Севан БПК₅—2837 тонн, нитраты—269

тонн, нитриты—144 тонны, нефтепродукты—105 тонн, фосфаты—68,7 тонны. В современных условиях сточные воды сбрасываются в озеро и его притоки практически без очистки. В перспективе основная часть этих стоков будет отводиться за пределы бассейна озера, за исключением нескольких населенных мест в Вардениском и Красносельском районах, где сточные воды будут сбрасываться в озеро и его притоки после биологической очистки на местных очистных сооружениях.

Исследования показали, что вынос удобрений и ядохимикатов с сельскохозяйственных угодий осуществляется поверхностными и подземными (грунтовыми) водами.

Концентрация в воде основных притоков пестицидов на один или несколько порядков ниже ПДК для водоемов рыбохозяйственного использования. Однако, учитывая, что интенсивность выноса удобрений со временем, в связи с увеличением норм внесения удобрений и вводом новых орошаемых площадей будет возрастать, необходимо вести научные разработки для расширения биологических средств защиты растений. Из всех примененных в бассейне ядохимикатов стойким к разложению является только гексахлоран, в результате чего может возникнуть опасность накопления его в водах озера. Поэтому в первую очередь должны быть наложены ограничения на применение этого ядохимиката. Санитарное состояние озера характеризуется санитарно-бактериологическими показателями, являющимися тонким индикатором ухудшения качества воды.

Воды прибрежной полосы озера, особенно у мест расположения пляжей, спуска сточных вод, имеют интенсивное бактериальное загрязнение, что может представлять реальную эпидемиологическую опасность. Максимальное бактериальное загрязнение озера наблюдается на прибрежной полосе шириной в 100 м, хотя патогенные энтеробактерии были обнаружены иногда на расстоянии 500 м от берега. Бактериальная загрязненность обнаруживается не только в воде прибрежной полосы, но и в донных отложениях этих полос.

Из краткого описания экологического состояния озера Севан очевидно, что вернуть озеро к прежнему состоянию имеющимися в нашем распоряжении сейчас средствами невозможно и поэтому единственной мерой, которая может восстановить в какой-то мере чистоту севанских вод и сохранить севанский ишхан, является подъем уровня озера, а также отвод всех сточных вод за пределы озера. В этом случае гидрологический и гидробиологический режимы Севана несколько приблизятся к первоначальному и, таким образом, в известной степени могут быть восстановлены. Остановимся на этих вопросах более подробно.

5.3. Мероприятия по улучшению экосистемы озера

В решениях проблемы озера Севан кардинальным всегда являлся вопрос о его уровне или величине спуска его против первоначального [7, 84]. Исходя из сложившихся специфических условий и в настоящее время главным вопросом, как и раньше, является вопрос об уровне, с которым связаны и условия улучшения экосистемы озера, т. к. с изменением уровня теснейшим образом связана активность продукционно-биологических процессов. Поэтому исследования по озеру Севан должны обосновать необходимость поднятия уровня, возможностей такого поднятия, пополнения водных ресурсов, выявления других мероприятий по охране природных ресурсов озера и путей более полного и рационального использования в народнохозяйственных и рекреационных целях.

При поднятии уровня Севана увеличатся термостабильность озера и срок существования стратифицированных условий, гомотермия будет устанавливаться при более низких температурах. Сократятся площади донных отложений, соприкасающихся с эпилимнионом, что ограничит поступление биогенных элементов со дна. Увеличится мощность гипolimниона, что приведет к сохранению высоких концентраций кислорода у дна в конце стратификации. Улучшение кислородного режима в придонных слоях явится одним из важнейших следствий повышения уровня озера.

Таким образом, повышение уровня озера Севан должно привести к снижению уровня продукционно-биологических процессов в его экосистеме, уменьшению его трофности, т. е. к улучшению качества его воды.

Поднятие уровня озера диктуется также необходимостью создания определенного запаса воды на высоких отметках для покрытия в дальнейшем растущих потребностей водоснабжения населения и сельского хозяйства центральных и западных районов республики.

Проведенные в последние годы исследования ряда научных организаций показали, что с повышением уровня озера на 6 м произойдет значительное изменение температурного и гидрологического режима Севана, при которых уменьшится водообмен между поверхностными и придонными слоями вод и, соответственно, обмен биогенами «дно-вода».

Подъем уровня воды озера Севан возможен только за счет:

- а) переброски в озеро части стока из соседних бассейнов рек и
- б) сокращения величины попусков из него. При этом полного прекращения попусков из Севана нельзя допустить, т. к. поддер-

жение проточности озера является одним из условий снижения трофности его.

В качестве «рек-доноров», из которых возможна переброска стока в озеро, могут быть:

— река Арпа (из которой уже происходит переброска части стока—в размере 250 млн. м³ в год). После сооружения Гергерского водохранилища станет возможным увеличить количество перебрасываемого стока реки Арпы до 270 млн. м³ в год.

В целом вода реки Арпы и ее притока Элегис по своему составу близка к составу вод притоков озера Севан;

— река Воротан—в размере 155—165 млн. м³ в год.

Эта вода будет переброшена самотоком из Спандарянского водохранилища в Кечутское и далее по тоннелю Арпа-Севан в озеро.

— река Гетик (правый приток р. Агстев)—в размере 20 млн. м³ в год;

— река Агстев—в размере 85 млн. м³ в год. Качество вод реки Агстев и ее притока Гетик формируется в условиях наличия источников антропогенного загрязнения и поэтому требуют очистки и обеззараживания;

— река Дзорагет—в размере 240 млн. м³ в год. Качество воды р. Дзорагет формируется в условиях отсутствия источников антропогенного загрязнения и не требуют очистки.

Таким образом, на расчетную конечную перспективу (примерно к 2005 г.) возможно довести переброску стока воды в озеро Севан до 770 млн. м³ в год*.

К мероприятиям по сокращению попусков из озера относятся:

— использование для орошения грунтовых вод (главным образом дренажных вод оросительных систем). С этой целью в 1981 г. начато и в 1985 г. окончено строительство Ранчпарской насосной станции. С Севджурского орошаемого массива вода насосными станциями подается на часть земель, подкомандных Нижне-Разданскому каналу (Аракатская долина). С вводом этой станции подача Севанской воды в Нижне-Разданский канал сократилась на 40 млн. м³ в год;

— создание Егвардского водохранилища с целью регулирования и использования свободного стока рек Раздан, Севджур, а также грунтовых (дренажных) вод Аракатской долины. Из этого водохранилища будет подаваться вода на существующие и вновь вводимые орошаемые земли Арзни—Шамирамской оросительной

* Данные о возможных величинах переброски воды в озеро Севан взяты из упомянутой работы «Союзгипроводхоз»-а.

системы. Полный объем водохранилища—226 млн. м³, полезный—220 млн. м³;

— создание Октемберянского водохранилища объемом 123 млн. м³, полезный—120 млн. м³, в том числе на земли существующего орошения—90 млн. м³. Наполнение водохранилища предусмотрено из реки Севджур (в невегетационный период).

— повышение КПД Севан—Разданских оросительных систем и сокращение водопотребления на этих системах. Намечается постепенная реконструкция с доведением к 2000 г. площади реконструированных систем в бассейнах рек Раздан и Касах до 98 тыс. га. Экономия воды при полном завершении реконструкции сетей составит 260 млн. м³ в год.

Кроме этих весьма важных мероприятий по сокращению попусков из озера и поднятию его уровня, ведутся работы по выявлению возможности использования подземных вод Севанского бассейна без ущерба для гидрологического режима озера.

Одновременно, с целью удовлетворения потребностей существующего орошения и водоснабжения, необходимо осуществить мероприятия по замене стока, направляемого на поднятие уровня воды в озере, водами других источников. В частности, необходимо осуществить полное регулирование стока тех рек, часть воды которых предполагается перебросить в озеро Севан. Это даст возможность удовлетворить растущие потребности в воде в бассейнах этих рек.

Поднятие уровня озера Севан, таким образом, будет определяться величиной объемов переброски стока в него из других бассейнов и уменьшением попусков из озера. Совершенно очевидно, что капиталовложения не могут быть единовременными и осуществление всех мероприятий будет растянуто на 15—20 лет. Одновременно могут строиться не более двух-трех водохозяйственных объектов. Таким образом, темпами роста капитальных вложений будет обусловлено поднятие уровня озера Севан.

Осуществление всех намеченных мероприятий в условиях запланированного развития народного хозяйства республики позволит поднять уровень озера на 6 метров (до отметки 1903,5 м) примерно к 2005 году.

Подъем уровня озера Севан может быть эффективным только в том случае, если предотвратить дальнейшее загрязнение озера сточными водами. Охрана вод озера требует отвода всех сточных вод (как очищенных, так и неочищенных) за пределы бассейна Севана. В связи с этим появляется также крайняя необходимость строительства коллектора для отвода сточных вод Кечутского водохранилища, чтобы предотвратить их поступление в озеро.

Несмотря на имеющиеся в настоящее время очистные сооружения в бассейне озера дальнейшее загрязнение озера продол-

жается. Надеяться на то, что загрязнение оз. Севан можно предотвратить методом локальной очистки нельзя, т. к. по целому ряду причин маломощные очистные установки в наших условиях себя не оправдывают. Кроме того, как бы ни очистить сточные воды, все равно в них остаются некоторые азот-и фосфорсодержащие элементы, способные стимулировать дальнейшее евтрофирование озера. Поэтому необходимо полностью отвергать продолжение практики предпочтения локальной очистки вод в Севанском бассейне с дальнейшим их спуском в озеро.

Для предотвращения загрязнения вод оз. Севан «Армкоммун-проект» предложил два варианта схемы канализации всех объектов, расположенных вокруг оз. Севан.

Первый вариант—в соответствующих 5-и местах расположения очистных сооружений с доочисткой стоков до БПК₂₀ 4 мг/л и сбросов в оз. Севан.

Второй вариант—отвод всех сточных вод самотечными и напорными коллекторами с насосными станциями за пределы оз. Севан к очистным сооружениям северной группы узла Ереван—Севан у с. Кахси, с последующим их расширением. После полной биологической очистки с доведением БПК₅ до 15 мг/л стоки сбрасываются в р. Раздан.

Совет Министров Армянской ССР утвердил второй вариант, почти полностью гарантирующий предотвращение озера от загрязнения. Имеется решение: строительство этого коллектора вести в две очереди. В настоящее время запроектирован коллектор первой очереди—Шоржа—Севан. Строительство его начато в 1980 году. В настоящее время сдан в эксплуатацию участок Аревик—г. Севан (протяженность 20 км).

Вторая очередь коллектора (Варденис—Мартуни—Камо—Севан) и присоединение к нему сточных вод сельских населенных мест и зоны отдыха предусмотрена на 2000 год. Этот срок, на наш взгляд, крайне поздний и для спасения Севана необходимо сдать ее в эксплуатацию хотя бы к 1990 г.

Канализационный коллектор не решает полностью предотвращения загрязнения оз. Севан, т. к. в озеро продолжается поступление различных пестицидов и минеральных удобрений с сельскохозяйственных угодий. Поэтому необходимо полностью прекратить применение минеральных удобрений и различных ядохимикатов в бассейне и максимально внедрять биологические методы удобрения и борьбы с вредителями и болезнями растений.

Ярким проявлением решения проблемы озера Севан является постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28 сентября 1978 г. за № 812 «О мерах по охране и рациональному использованию природных ресурсов озера Севан», в котором предусмотрен ряд первоочередных конкретных мер, обеспечивающих

улучшение экологического режима озера, охрану его уникального природного комплекса, а также рациональное использование его природных ресурсов.

ЦК КП Армении и Совет Министров Армянской ССР приняли постановление № 41 от 24 января 1979 г., где предусматривается целый комплекс мероприятий по дальнейшей охране и рациональному использованию природных ресурсов оз. Севан. К ним относятся: проектирование водохранилищ и других водохозяйственных объектов, подлежащих строительству для повышения уровня воды оз. Севан и улучшения его экологического режима (комплекс гидротехнических сооружений по переброске стока р. Воротан в бассейн реки Арпа; Гергерское водохранилище; Октемберянское водохранилище; водохранилище на реке Раздан; Ранчпарская насосная станция; спрямление и укрепление берегов устьевых участков нерестовых рек Гаварагет, Цаккар, Аргичи, Варденис, Макенис, Дзыкнагет, Масрик и Личк; строительство 12 насосных станций для подачи воды в действующие оросительные каналы из озера Севан; реконструкция Севан—Разданской оросительной системы на площади 50 тыс. га); строительство водохранилищ объектов в бассейне оз. Севан (канализационный коллектор Севан—Раздан протяженностью 17,5 км с очистными сооружениями в с. Кахси мощностью 104 тыс. м³ сточных вод в сутки; канализационный коллектор правобережья оз. Севан; канализационный коллектор Цовагюх—Шоржа протяженностью 31,8 км; канализационный коллектор Шоржа—Варденис—Мартуни—Камо—Севан—Раздан протяженностью 214 км; очистные сооружения мощностью 14,7 тыс. м³ сточных вод в сутки в г. Джермук; очистные сооружения мощностью 25 тыс. м³ сточных вод в сутки в г. Камо; групповой водопровод для водоснабжения сельских населенных пунктов в северо-восточной зоне бассейна оз. Севан протяженностью 116 км); строительство складов для хранения химических средств защиты растений, органических и минеральных удобрений в бассейне оз. Севан.

В настоящее время в республике осуществляется ряд крупных мероприятий, направленных на сохранение и рациональное использование природных ресурсов озера Севан. Сразу после завершения строительства уникального тоннеля Арпа—Севан, начато строительство комплекса гидротехнических сооружений по переброске части стока реки Воротан в озеро Севан в объеме 160 млн. м³ в год.

Уже составлена и утверждена комплексная схема охраны природы и рационального использования природных ресурсов бассейна озера Севан, в которой предусмотрены мероприятия, обеспечивающие подъем уровня воды в озере на 5,5—6 метров.

Ведутся подготовительные работы по строительству Егвард-

ского водохранилища емкостью 220 млн. м³ для замены 90 млн. м³ севанской воды и орошения 10 тыс. га новых земель в Наврийском и Аштаракском районах.

Наряду с этим, не ожидая завершения этих работ, необходимо осуществить ряд весьма важных водоохранных мероприятий в бассейне озера. К ним относятся: скорейшее завершение строительства очистных сооружений в г. Камо с подключением к ним всех сточных вод г. Камо и сельских населенных пунктов Ацарат, Батикян, Кармир и Сарухан; полностью канализовать районные центры Мартуни и Варденис, сточные воды их подключить к существующим очистным сооружениям, предварительно расширив их мощности; установить, что все сточные воды в бассейне озера подвергаются вторичной глубокой очистке и используются для орошения сельхозкультур, а зимой подаются на поля фильтрации; промышленные предприятия, расположенные в бассейне озера полностью должны перейти на оборотную или бессточную систему водоснабжения; необходимо разработать и внедрить эффективные методы удобрения сельскохозяйственных полей, с тем, чтобы исключить попадание в озеро минеральных удобрений, особенно соединений, стимулирующих развитие в озере водорослей; установить автоматические и другие контролирующие устройства на устьевых участках наиболее загрязненных рек бассейна (Гаварагет, Масрик, Аргичи).

Естественно полагать, что успешное решение проблемы оз. Севан возможно осуществить только на основе научно-обоснованной долговременной комплексной программы, учитывающей интересы всех отраслей народного хозяйства и исключающей вредные последствия влияния человека на природные процессы в столь крупных масштабах. Севан переживает свое второе рождение, что связано с повышением его уровня, предотвращением загрязнения вод. Впереди еще много работы. Нужно приложить максимум усилий, чтобы вернуть великому труженику Севану его былое величие и простор. Есть много нерешенного в организации управлением охраны и рационального использования природных богатств бассейна озера. «Хозяев» на Севане более восьми. Идея создания национального парка «Севан» оказалась несостоятельной. В его ведении находятся лишь 7 процентов водной поверхности озера, а на суше—никаких юридических прав.

В пяти расположенных вокруг Севана административных районах более чем двадцать пять министерств и ведомств прямо или косвенно используют природные богатства Севана. Их деятельность никем не координируется и не контролируется. За последние двадцать лет население прибрежных районов возросло более чем в полтора раза, в десять-двенадцать—отдача сельскохозяйственного производства. Если в 1960 году на прибрежные поля

было завезено 6 тысяч тонн минеральных удобрений, то в 1987 году—более чем в десять раз. Угрожающих масштабов достигло браконьерство рыбы. Как писала «Правда» в конце июля 1986 г., охрана озера доверена лицам, далеким от ихтиологии.

В конце июля месяца 1987 г. в связи с юбилейными днями, посвященными 90-летию Чаренца, известный советский поэт Андрей Вознесенский, побывав на Севане, сказал следующее: «Вчера на Севане мы ходили по местам, которые некогда были дном великого озера. Эта трагедия армянского народа сродни с трагедией многих русских рек, Байкала».

Трагедия Севана, да вообще и всей экологии в целом, заключается в том, что проблемы эти не решаются комплексно, из нее выхватываются отдельные вопросы, решение которых не может дать желаемого окончательного результата. Озеро Севан и его бассейн—единое целое, поэтому проблема Севана требует немедленного и всестороннего решения всех без исключения экологических вопросов.

Разумеется, мы за развитие индустрии, за создание новых заводов и фабрик, чтобы год от года экономически крепла и развивалась наша республика, решалась проблема трудоустройства десятков тысяч людей. Но наряду с этим необходимо каждый раз, когда ставится вопрос о размещении промышленных объектов учитывать не только экономику, но и другое, не менее, если не более важное—сбережение природы человека, окружающей среды, а в конечном счете сбережение здоровья, физического и нравственного. Хочется верить в то, что через десятилетия и сотни лет Севан по-прежнему будет верно служить народу, щедро дарить свои блага людям. Севан навсегда останется нашим национальным богатством, и ценность его будет непрерывно возрастать по мере развития народного хозяйства Армянской ССР.

ГЛАВА 6

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ БАЛАНСЫ И ОСНОВНЫЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АРМЯНСКОЙ ССР

Перспективный водохозяйственный баланс, как указывалось в главе 1, служит основой долгосрочного планирования использования водных ресурсов. Он устанавливает реальные соотношения между водными ресурсами данного района и водопотребле-

нием при определенном уровне развития народного хозяйства. Баланс позволяет установить мероприятия, необходимые для обеспечения водю планируемых потребителей. Являясь основным элементом генеральной схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов страны в целом и отдельных крупных ее районов, водохозяйственные балансы теснейшим образом увязываются с перспективой развития экономики. Основные принципы составления водохозяйственных балансов приведены в работах [10, 20, 32, 35, 38]. Здесь только отметим, что водохозяйственный баланс включает в себя три вопроса: а) оценка водных ресурсов, предоставленных природой; в) установление требований водопотребителей и водопользователей; в) оценка условий и результатов регулирования стока—перераспределение во времени и возможности переброски стока из одних районов в другие. Первый вопрос рассмотрен в главе 2, остальные два—рассматриваются в настоящей главе.

Первая Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов Армянской ССР до 1990 г. была составлена армянским отделением института «Гидропроект» в 1967 г. Однако за прошедшее после этого время произошли значительные сдвиги в размещении и развитии отраслей народного хозяйства республики. Существенно изменились показатели перспективного плана, уточнены и скорректированы нормы водопотребления и водоотведения для отраслей народного хозяйства, уточнены водные ресурсы республики. Все это вызвало необходимость составления нового водохозяйственного баланса республики на перспективу.

Такая работа была выполнена в НИИ экономики и планирования Госплана Армянской ССР в 1985 г. под руководством и при участии автора. В ее основу положены разработанные институтом прогнозные данные по развитию и размещению производительных сил республики на долгосрочную перспективу и укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей народного хозяйства. В работе учтены также некоторые прежние проработки ряда проектных институтов («Армгипроводхоз», «Армгидропроект», «Армкоммунпроект»).

Прежде чем перейти к рассмотрению составленного водохозяйственного баланса отметим, что для условий Армянской ССР с ее уже сложившейся направленностью развития и размещения производительных сил и социально-экономическими связями между отдельными регионами необходимо также наряду с общим для республики водохозяйственным балансом составить балансы и по экономическим районам, которые в основном охватывают бассейны рек с общими природными условиями формирования и использования водных ресурсов.

Оценка водообеспеченности осуществлена путем сопоставле-

ния водных ресурсов с потребностью отраслей народного хозяйства республики в воде по средневодному и году с обеспеченностью 50, 75 и 95% для всей территории республики.

Нормы водопотребления на 1 жителя приняты согласно утвержденным нормам Госкомводхоза, на 1 га орошаемой площади сельскохозяйственных культур—согласно нормам Госагропрома республики, а на единицу промышленной продукции—по нормам ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. Нормы водоотведения приняты 80% от коммунально-хозяйственного и промышленного водопользования. Возвратные от орошения воды приняты в размере 15% от водозабора и 30% от водозабора для рыбного хозяйства. Расчеты произведены по укрупненным показателям. Результаты выполненных работ приведены в табл. 25 и 26.

Таблица 25

Водохозяйственный баланс Армянской ССР

(в млн. м³)

Статьи баланса	1980 г.	1985 г.	Прогноз			
			1990 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.
1	2	3	4	5	6	7
1. Водные ресурсы с учетом современного регулирования обеспеченностью 50%	7815	7815	7850	7850	7850	7900
75%	6760	6760	6790	6790	6780	6830
95%	5600	5600	5620	5610	5600	5630
в т. ч. речной сток обеспеченностью 50%	7015	7015	7000	6900	6850	6800
75%	5960	5960	5940	5840	5780	5730
95%	4800	4800	4770	4660	4600	4550
подземные воды пресные	800	800	850	950	1000	1100
2. Водопотребление—всего	3371	4050	4825	5190	6450	7300
в т. ч. на сельскохозяйственные нужды	2605	2900	3350	3500	4600	5300
на промышленные нужды	446	470	490	525	600	650
на коммунально-бытовые нужды населения	320	430	535	615	700	750
3. Пополнение оз. Севан	—	250	450	550	550	600
4. Необходимые ресурсы в русле рек	1020	1020	1020	1020	1020	1020
5. Испарение с водохранилищ	120	200	360	420	500	550
6. Общая потребность в воде	4511	5270	6205	6630	7970	8870
7. Коэффициент использования свежей воды в средний по водности год	0,43	0,58	0,60	0,64	0,79	0,82
8. Избыток (+) или дефицит (—) в год обеспеченностью 50%	+3304	+2545	+1645	+1220	—120	—970
75%	+2245	+1490	+585	+160	—1190	—2040
95%	+1085	+330	—585	—1020	—2370	—3220

1	2	3	4	5	6	7
9. Повторно используемый сток:						
сточные воды промышленности	357	376	392	420	480	520
сточные воды коммунального хозяйства	256	344	428	492	560	600
возвратные воды от орошения	391	435	502	525	690	795
Всего:	1004	1125	1322	1437	1730	1915
из них могут быть повторно использованы	500	635	860	935	1215	1530
10. Всего водные ресурсы и повторно используемый сток обеспеченностью						
50%	8315	8450	8710	8785	9065	9430
75%	7260	7395	7650	7725	7995	8360
95%	6100	6235	6480	6545	6815	7180
11. Избыток (+) или дефицит (—) по сравнению с водными ресурсами и повторно используемым стоком в год обеспеченностью						
50%	+3804	+3180	+2505	+2155	+1095	+560
75%	+2745	+2125	+1445	+1095	+25	—510
95%	+1585	+965	+275	—85	—1155	—1690

Данные табл. 25 показывают также, что коэффициенты использования свежей воды уже в 1990 г. достигнут 0,64, а к 2005 г. составят 0,82. Это указывает на ожидаемые чрезвычайно напряженные условия использования водных ресурсов в ближайшем будущем, т. к. практически трудно предположить, чтобы коэффициент использования был выше 0,75.

Потребность в оросительной воде, рассчитанная с учетом повышения коэффициента полезного действия оросительных систем, внедрения новых способов орошения и поливной техники к 1990 г. составит 3350 млн. м³, к 2005 г.—5300 млн. м³ (табл. 25). С учетом роста численности населения потребность коммунального водоснабжения в воде уже в 1990 г. составит 535 млн. м³, а к 2005 г.—750 млн. м³.

В промышленности при наиболее полном охвате ее оборотной и повторной системами водоснабжения и при переводе технологического оборудования части предприятий с водяного на воздушное охлаждение потребность в воде составит соответственно 490 и 650 млн. м³.

В промышленности при наиболее полном охвате ее оборотной и повторной системами водоснабжения и при переводе технологического оборудования части предприятий с водяного на воздушное охлаждение потребность в воде составит соответственно 490 и 650 млн. м³.

Как показывают данные перспективного водохозяйственного баланса, в 1990 г. водные ресурсы будут больше, чем потребность в ней народного хозяйства. Приблизительно к 1995 г. водные ресурсы

сы и потребность в них уравниваются. А к 2005 г. потребность в воде почти удвоится и дойдет до 8870 млн. м³ (с учетом пополнения оз. Севан, необходимых ресурсов в руслах рек и испарения с водохранилищ), что несколько больше, чем располагаемые водные ресурсы за средний по водности год. Таким образом, начиная с 1990 г. в республике ожидается напряженное положение с обеспечением народного хозяйства водой, которые в отдельные маловодные годы и сезоны будет еще больше обостряться.

Из водопользователей в условиях Армянской ССР необходимо выделить гидроэнергетику и рыбное хозяйство, потребности которых к 2005 г. составят соответственно 2400 и 2200 млн. м³. Эти воды в дальнейшем используются для нужд орошения и промышленности.

Неравномерность распределения водных ресурсов по территории республики уже сейчас вызвала острый дефицит в воде в одних зонах при некотором избытке ее в других. Наиболее напряженными по воде зонами Армянской ССР являются Араратский, Севанский и Ширакский экономические районы. В Лорийском, Агстевском и Сюникском районах имеется некоторый избыток неиспользованных водных ресурсов (табл. 26).

В особенно трудном положении находится Севанский район, т. к. имеющиеся здесь все водные ресурсы включены в водный баланс озера, который до начала 1987 г. являлся еще отрицательным, т. е. уровень озера продолжал падать. В 1986 г. дефицит в воде в этом районе составил более 10% общего объема водопотребления.

В этих условиях естественно полагать, что дальнейшее развитие и размещение производительных сил района возможно только при условии переброски в бассейн стока других рек и сокращения попусков из озера. Расчеты показывают, что для подъема уровня озера на 6 метров необходимо в водном балансе озера годовой объем воды довести: к 1985 г.—до 250 млн. м³, к 1990—до 450 млн. м³, к 2005 г.—до 600 млн. м³, что даст примерно 7—7,5 млрд. м³ стока до 2005 г.

В настоящее время возник острый дефицит в воде в Араратском районе. К 2005 г. водопотребление в этом районе составит более 5 млрд. м³ при средних ресурсах около 3 млрд. м³. Поэтому сейчас необходимо предусмотреть мероприятия по регулированию стока р. Раздан и ее притоков, рр. Касах—Севджур, а также переброску стока из других районов через оз. Севан (после 2005 г.).

Для осуществления переброски части стока в Севанский и Араратский водохозяйственные районы, а также удовлетворения нужд в своих бассейнах необходимо предусмотреть значительное регулирование стока рек Арпы и Воротана и их основных притоков. Сказанное полностью относится также к рекам Лорийского эко-

номического района. Для переброски части стока в бассейн р. Ахурян и обеспечения потребности в воде Лорийского района необходимо предусмотреть ряд водохранилищ на его основных реках.

В связи с возникающим дефицитом воды по всей республике после 1995 г. необходимо усилить мероприятия по регулированию речного стока республики, а также ввести коэффициенты на сокращение подачи воды менее ответственным потребителям.

В год 95%-ой обеспеченности по стоку, а в некоторых случаях и 75%-ой обеспеченности, должны полностью удовлетворяться потребности хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и сохраняться минимальные санитарные расходы вдоль водотоков. Ограничения вводятся для орошения, промышленности, энергетики, рыбного хозяйства. При этом уменьшение водопотребления необходимо обосновать технико-экономическими расчетами, т. е. определить ущербы от недоподачи воды какой-либо отрасли, а также определить и экономически обосновать затраты по ликвидации дефицитов воды.

Водохранилища необходимо строить на всех реках, где это возможно по техническим условиям (по предварительным данным общее количество водохранилищ к 2005 г. можно довести до 110, из них в настоящее время построено только 15).

Согласно постановлению директивных органов страны до 1990 г. в строящихся водохранилищах будет накоплено два с половиной раза больше воды, чем ежегодно выпускается из оз. Севан.

Таблица 26

Водохозяйственный баланс по экономическим районам
Армянской ССР (по укрупненным показателям за средний
по водности год)
(в млн. м³)

Экономические районы	1985 г.			2005 г.		
	водные ресурсы	потребность	избыток (+), дефицит (-)	водные ресурсы	потребность	избыток (+), дефицит (-)
Арабатский	2803	3031	-228	2858	5145	-2287
Ширакский	732	768	-36	700	1200	-500
Лорийский	1240	358	+882	1240	610	+630
Агстевский	538	228	+310	538	370	+168
Севанский	965*	566	+399	1130*	1070	+60
Сюникский	1537	319	+1218	1434	475	+959
Всего по Арм. ССР	7815	5270	+2545	7900	8870	-970

* С учетом переброски части стока рр. Арпы и Воротана в оз. Севан.

За счет государственных капитальных вложений, как было уже указано, будет введено в эксплуатацию 45 тыс. га орошаемых земель, переустроено оросительных систем и повышена их водообеспеченность на площади 66 тыс. га, должно быть обводнено 90 тыс. га пастбищ. Будет мелиорирована и орошена почти вся предгорная зона Араратской долины.

Завершены работы по строительству Ахурянского водохранилища емкостью 525 млн. м³ для орошения 30 тыс. га новых земель в Талинском, Анийском, Октемберянском и Баграмянском районах и Джогазского водохранилища емкостью 45 млн. м³ для орошения 2000 га земель Иджеванского и 2700 га земель Ноемберянского районов. Введены в эксплуатацию Севабердское и Халаварское водохранилища. Завершается строительство Ахумского водохранилища, ведутся работы по строительству Гергерского, Гетикского и Давидбекского водохранилищ. Разработаны техникоэкономические обоснования строительства ряда новых водохранилищ.

Продолжаются комплексные работы по улучшению мелиоративного состояния переувлажненных и освоению засоленных земель Араратской равнины, а также по строительству III очереди Талинской оросительной системы на площади 30 тыс. га.

Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О Долговременной программе мелиорации, повышении эффективности использования земель в целях устойчивого наращивания продовольственного фонда страны», принятом в октябре 1984 г., предусматривается в Армянской ССР площадь орошаемых земель довести до 400—470 тыс. га. Расширить работы по мелиорации земель в Араратской долине и в бассейне реки Ахурян. Осуществить комплекс водохозяйственных работ по повышению водообеспеченности орошаемых земель в бассейне реки Раздан. Завершить строительство Капского и Егвардского водохранилищ.

Благодаря этим и другим проводимым работам будет зарегулирован в общей сложности сток 1250 млн. м³ воды, что позволит увеличить площади орошаемых и повысить водообеспеченность мелиорированных земель. Осуществление этих крупномасштабных водохозяйственных и водостроительных работ поможет решить имеющую для нашей маловодной республики важнейшую жизненную проблему—обеспечение водой сельского хозяйства и других отраслей народного хозяйства.

По данным института «Армгипроводхоз» объем зарегулированного стока, предназначенного для использования в сельском хозяйстве, к 1995 г. можно довести до 1,7 млрд. м³. Достижение этого уровня диктуется не только потребностью народного хозяйства республики в воде, но и необходимостью охраны и рационального использования природных ресурсов оз. Севан. Поэтому лю-

бая задержка с осуществлением мероприятий, предусмотренных в известных постановлениях ЦК КПСС и Совета Министров СССР по оз. Севан может привести к весьма нежелательным последствиям.

Расчеты показывают, что объем зарегулированного стока можно довести к 2005 г. до 2,5 млрд. м³. Но даже в этих условиях потребности народного хозяйства республики в воде не могут быть полностью удовлетворены. Кроме того, не исключена возможность, что Турция использует весь сток, образующийся на ее территории. Все это говорит о том, что народное хозяйство республики неизбежно будет ощущать дефицит в воде, особенно в маловодные годы и при их чередовании. В этих условиях, становится чрезвычайно важным наряду с регулированием стока, также и его повторное использование. С этой целью в водохозяйственном балансе республики предусматривается резкое увеличение использования сточных и возвратных вод. Так, если в 1980 г. объем используемых сточных вод составил 500 млн. м³, то к 1990 г. он дойдет до 860 млн. м³, а к 2005 г.—до 1530 млн. м³, т. е. возрастет почти в 2,5 раза. Более трех четвертей этих вод предусматривается использовать в Араратском экономическом районе.

Проблема использования сточных вод тесно переплетается с проблемой их очистки и обезвреживания как с целью охраны водных ресурсов от загрязнения, так и для приведения их в состояние пригодности для повторного использования. Можно утверждать, что проблема очистки сточных вод, судя по темпам за последние 25 лет, к 2005 г. полностью решена не будет. В связи с этими основными до 2000 г. будут проблемы комплексного использования и охраны водных ресурсов, т. е. их накопление, перераспределение, очистка и применение.

Поэтому необходимо продолжить строительство сооружений для очистки сточных вод (примерно 660 млн. м³ в год), канализационных коллекторов, систем оборотного водоснабжения и других водохозяйственных и водоохраных объектов, ввод которых позволит к 1995 г. подвергать биологической очистке около 850 млн. м³ сточных вод, увеличить объем оборотного водоснабжения до 4,6 млрд. м³ (на 23% больше, чем в 1985 г.). Необходимо добиться того, чтобы к 2000 г. все сточные воды подвергались очистке. Проблема использования сточных вод в республике безотлагательно требует также создания водохранилищ с целью разбавления и отстаивания сбрасываемых сточных вод после их очистки.

Напряженный водохозяйственный баланс нашей республики требует интенсивного поиска новых водных ресурсов и путей экономного использования воды. К ним, кроме указанных основных водохозяйственных проблем, в первую очередь относится экономное использование оросительных вод, которого можно добиться;

поднятием коэффициента полезного действия межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных систем, применением прогрессивных способов орошения и техники полива, использованием грунтовых и дренажных вод.

К мероприятиям по экономному использованию воды следует отнести также: создание сети ГАЭС, способных без расходования дополнительных водных ресурсов выработать пиковые мощности и покрывать нагрузки энергосистемы; полная очистка сточных вод до сброса их в водотоки, перевод всех промышленных объектов на оборотное водоснабжение, размещение промышленных объектов с учетом возможности использования очищенных сточных вод; создание отдельных систем для технического и питьевого водоснабжения; сокращение потерь воды в коммунальном хозяйстве; регулирование стока малых рек в верхних зонах с целью накопления более чистых вод; создание лесных полос, нагорных и водосборных канав на склонах для накопления влаги и снега, уменьшая этим необходимость искусственного полива лесонасаждений; устройство искусственных рыбоводных прудов непосредственно в пойме водотоков с учетом повторного использования отводимых из прудов вод; уменьшение испарения с поверхности воды и почвы, увеличение атмосферных осадков, увеличение поверхностного стока; всемерное развертывание изысканий по выявлению подземных и глубинных вод.

На последнее обстоятельство следует обратить особое внимание, ибо известно, что значительную величину составляют подземные водотоки, обнаруженные под относительно молодыми лавовыми потоками (Палеокасах, Палеоахурян и др.), а также запасы артезианских бассейнов. В последние годы использование Араратского подземного бассейна, как уже отмечалось, велось бессистемно и нерационально, в результате чего не только терялось безвозвратно большое количество высококачественной пресной воды, но и во многих районах наблюдались заболачивание, вторичное засоление и другие отрицательные явления. Возросла опасность глубоких нарушений во всем природном комплексе Араратской равнины.

На ближайшую перспективу следует разработать научно обоснованную систему целенаправленного и рационального использования этих вод, обратив особое внимание на возможности перехвата подземного стока, в частности Палеокасаха, в высоких отметках с целью улучшения водоснабжения г. Еревана и других населенных пунктов Араратской котловины. Необходимо организовать одновременно научные, геологические и геофизические изучения (в т. ч. стационарные) последствий активного использования подземных вод.

Необходимо предусмотреть мероприятия по хозяйственному

использованию многочисленных высокогорных малых озер, для целей обводнения пастбищ, а также организации туризма и массового отдыха трудящихся.

Необходимо более рационально использовать родниковые воды. Дебит крупных родников республики (около $50 \text{ м}^3/\text{сек}$) достаточен для удовлетворения всех видов потребностей в воде населения в 8,6 млн. человек (из расчета 500 литров воды на одного человека в сутки).

Отсутствие научно-организованного, централизованного использования родниковых вод привело к тому, что ныне население многих городов, поселков и сел лишено возможности непрерывного потребления воды даже в питьевых целях.

В целях коренного решения проблемы водоснабжения городов, поселков и сел республики необходимо в перспективе осуществить следующие мероприятия:

1. Все города и больше половины сельских поселений охватить централизованным водоснабжением и канализацией.

2. Довести до минимума потери родниковых вод путем всеместного строительства регулирующих емкостей и создания защитных систем водоснабжения.

3. В городах создать отдельные системы для питьевого, бытового и технического водоснабжения.

Указанные выше мероприятия необходимо в первую очередь осуществить в населенных пунктах и на предприятиях, расположенных в бассейнах оз. Севан, рек Раздан, Памбак-Дебед и Ахурян, степень загрязненности вод которых особенно высока и водохозяйственный баланс весьма напряжен.

Особое значение приобретает предотвращение потерь оросительных вод и повышение КПД оросительных систем до 0,70—0,80, что равносильно дополнительному получению более 400 млн. м^3 воды и расширению оросительной площади на десяти тысяч га.

Использование этого резерва следует рассматривать как решающее средство увеличения орошаемых площадей и повышения культуры орошаемого земледелия.

С целью повышения степени зарегулированности речного стока на территории республики и более полного его использования необходимо продолжить создание водохранилищ, обратив особое внимание на показатели технико-экономического обоснования каждого из них с учетом количества и ценности затопляемых угодий, возможности многоцелевого, комплексного использования водных ресурсов.

Осуществление названных крупномасштабных водохозяйственных мероприятий даст возможность в конце XIII пятилетки ликвидировать дисбаланс воды в Араратском, Севанском и Ширакском

экономических районах, существенно поднять уровень воды оз. Севан.

За пределами 1995 г. напряженность водохозяйственного баланса республики резко обострится и решение проблемы водообеспечения имеющимися ресурсами станет чрезвычайно сложной задачей. Поэтому необходимо ускорить решение назревших вопросов в связи с созданием возможности полного использования формирующихся на территории Армянской ССР водных ресурсов (в настоящее время ежегодно нашей республикой выделяется около 1 млрд. м³ воды для Азербайджанской ССР), а также перераспределением воды в Закавказском экономическом районе.

В частности, имеется значительный избыток воды в Западной Грузии (особенно в Колхиде), которая занимает около 18% территории Закавказья, а водные ресурсы ее составляют более 60%. Крупные реки Риони, Ингури, Бзыбь, Кодори и др. ежегодно выносят в Черное море свыше 40 млрд. м³ воды. Только незначительная часть этих вод используется для нужд народного хозяйства. Кроме того, в гумидных условиях Колхиды, где избыток влаги приводит к заболачиванию территории (а для ее осушения затрачиваются крупные средства), главной водохозяйственной проблемой является удаление этих вод. Поэтому в социально-экономических интересах развития народного хозяйства Закавказья следует признать целесообразным переброску некоторой части речных вод в Восточное Закавказье—в засушливые районы Грузии, Азербайджана и Армении.

В конце следует отметить, что приведенные водохозяйственные балансы на перспективу составлены нами укрупненными характеристиками и потому они не могут учитывать все особенности водопотребителей и характера темпов использования водных ресурсов. С этой точки зрения эти балансы необходимо рассматривать как первое приближение к решению этой весьма сложной проблемы—распределение водных ресурсов на отдельные экономические районы в будущем и их рациональное использование и охрана от загрязнения и истощения.

ГЛАВА 7

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

7.1. Экономическая оценка водных ресурсов

Комплексная экономическая оценка водных ресурсов является важнейшей предпосылкой их рационального использования. Ис-

пользование человечеством водных, как и всех других природных ресурсов, можно рассматривать с четырех взаимосвязанных сторон: географической, технологической, экономической, социальной. При этом следует обратить внимание на весьма условный характер этого деления. Один и тот же фактор, в зависимости от методологической концепции исследователя может рассматриваться в разных аспектах. Так, проблема загрязнения природных вод теснейшим образом связана с технологией производства, экономическими показателями водопотребления и очистки стоков, нарушения экологического равновесия и его последствиями и т. д., т. е. с социально-экономическим укладом страны. Поэтому каждый из перечисленных выше аспектов несет на себе влияние социально-экономического фактора, являющегося главнейшим среди них.

В главе I отмечалось, что решение проблемы водообеспечения и охраны водных ресурсов от их количественного и качественного истощения требует коренных изменений в технологии общественного материального производства. Однако даже технологическая революция не сможет стать решающим фактором оптимизации окружающей среды без определенных социальных преобразований. Ведь возникновение водного кризиса связано не столько с технологией современного производства, сколько с общественно-экономическими факторами.

В течение многих столетий складывалось устойчивое представление о воде как о безграничном природном ресурсе. Однако в современных условиях вода стала одним из решающих факторов развития производительных сил. Колоссальный общественный труд, затрачиваемый на очистку и водоподготовку, давно превратил очищенную воду в дорогостоящий товар. Вода, доставленная из источников потребителям, уже не может рассматриваться как первозданный природный ресурс, а выступает как специфическое сырье, на добычу которого общество затрачивает все больше сил и средств. Таким образом, вода выступает как продукт труда, что в условиях действия товарно-денежных отношений делает ее вещественным носителем стоимости. Вследствие этого становится возможной и необходимой экономическая оценка водных ресурсов.

Для того, чтобы водные ресурсы способствовали развитию экономики, необходимы значительные и все возрастающие капиталовложения в водное хозяйство. Так, основные фонды водохозяйственной системы в 1975 г. ориентировочно оценивались в 75—80 млрд. рублей, а в 1980 г.—в 115—120 млрд. рублей, в том числе водопроводы различного назначения—32,0 млрд. руб., оборотные системы водоснабжения в промышленности—5,0 млрд. рублей, канализационные и очистные сооружения—26,0 млрд. руб. (в том числе очистные сооружения—14,0 млрд. руб.), регулирование стока для различных нужд—18,0 млрд. руб., перераспределение сто-

ка, включая магистральные оросительные и другие каналы, а также создание искусственных водоемов на них—27,0 млрд. руб., мероприятия по защите от вредного воздействия вод—3,0 млрд. руб., прочие мероприятия—7,0 млрд. рублей. Эти фонды составляют 7—8% всех основных фондов страны и около 12% производственных основных фондов.

О масштабах современного строительства только в сельском хозяйстве СССР можно судить по более чем двадцатикратному увеличению вложений в него в 1970 г. по сравнению с довоенным 1940 г. [30]. Только на 1985 г. на мелиорацию земель выделено более 9 млрд. рублей, за счет которых введено 663 тыс. га орошаемых и 695 тыс. га осушенных земель. Общая площадь мелиорированных земель к концу 1985 г. составила около 35 млн. га, против 29,8 млн. га в 1980 г. За четыре последние пятилетки (1966—1985 гг.) на цели мелиорации направлено около 115 млрд. рублей капитальных вложений, построено 118 крупных водохранилищ с общим полезным объемом воды 12 млрд. м³, протяженность оросительных сетей составляет сейчас более 700 тыс. км, построено более 5 тыс. насосных станций и введено в эксплуатацию около 1,5 млн. различных гидротехнических сооружений. Стоимость внутрихозяйственных мелиоративных фондов составляет 20 млрд. рублей, а к 1990 г. достигнет 34 млрд. рублей [48]. Согласно долгосрочной программе мелиорации земель предусматривается дальнейшее расширение масштабов водохозяйственного строительства. К 2000 г. намечено довести площадь орошаемых земель до 30—32 млн. га и осушенных—до 19—21 млн. га.

В настоящее время объем годовой переброски вод из одних районов в другие составляет свыше 50 км³, а протяженность каналов—5 тыс. км. В эти работы вложено около 3 млрд. рублей. Значительные работы в области водохозяйственного строительства проведены и в Армянской ССР. Так, постоянно увеличиваются объемы капитальных вложений на мелиорацию земель. За 1966—1984 гг. они составили более 1,35 млрд. рублей, в том числе на строительно-монтажные работы 884 млн. рублей. Стоимость введенных в действие основных фондов достигла 915 млн. рублей. Площадь орошаемых земель увеличилась на 123 тыс. га, обводненных пастбищ—на 350 тыс. га. Проведены работы по переустройству оросительных систем и повышению их водообеспеченности на площади в 116 тыс. га [49].

Учитывая высокие затраты в водообеспечении отраслей народного хозяйства страны, одной из важнейших задач следует признать всемерное повышение экономической эффективности капитальных вложений, однако оценка этой эффективности по целому ряду причин весьма затруднительна. Об оценке эффектив-

ности, капитальных вложений более подробно—ниже. Отметим только, что трудность этой оценки связана с тем, что до настоящего времени полностью не разработаны экономические характеристики объемного, качественного и режимного состояния водных ресурсов: нет характеристик, обуславливающих связи и взаимоотношения водохозяйственного производства с другими отраслями народного хозяйства; не выявлена величина эффекта, получаемого от водного фактора при производстве различных видов продукции и т. д. и т. п. Эти трудности обусловлены главным образом специфическими особенностями водных ресурсов (неделимость в пределах бассейна и возможность многократного использования, множественность режимов, широкий диапазон потребительских качеств воды, комплексность использования, дефицитность водных ресурсов во многих районах страны в результате резкого повышения водопотребления, изменение качества воды в результате хозяйственной деятельности).

Одной из первоочередных задач является создание методики экономической оценки водных ресурсов, которая до настоящего времени полностью не разработана. Введение в некоторых отраслях или на отдельных объектах цен и тарифов на воду, как правило, не учитывает стоимости воды в источнике.

При социализме водные ресурсы в силу их обобществления в масштабе всего общества не являются предметом купли и продажи, и в связи с этим не имеют продажной цены. В практике социалистического хозяйствования это нашло свое отражение в безвозмездном использовании водных ресурсов, несмотря на огромные государственные затраты в области водного хозяйства.

Наша страна располагает огромными водными ресурсами, составляющими 12% стока земного шара, при 6% населения планеты. И тем не менее наличие таких громадных ресурсов не должно порождать ложное представление об их неисчерпаемости, недооценку их бережного, экономного расходования. Среди безотлагательных общегосударственных мероприятий, направленных на коренное улучшение водопользования, экономическим мерам, в частности, оценке водных ресурсов, принадлежит особое место.

Экономическая оценка водных ресурсов—инструмент планирования регионального размещения производительных сил, выбора вариантов хозяйственных решений. С оценкой водных ресурсов связаны вопросы определения платы за их использование, ценообразования, реализации требований об охране водных ресурсов от загрязнения и истощения, налогообложения в сырьевых отраслях и т. д.

Проблема оценки природных ресурсов и тем более водных—одна из наиболее сложных и дискуссионных.

В нашей стране вопросами экономической оценки природных ресурсов стали заниматься сравнительно недавно (начиная с 70-х годов) [23, 29, 44, 50, 52, 74, 93, 98, 99, 101]. Если раньше некоторые экономисты отрицали саму необходимость такой оценки, мотивируя это тем, что, мол, в условиях социализма нельзя оценить сколько стоит чистый воздух или чистая вода, ныне ее признание стало единодушным. Все больше экономистов сходятся во мнении, что экономическая оценка естественных ресурсов—это денежное (а не балльное) выражение их стоимости.

Дискуссионность вопроса заключается в самой сущности оценки. Так, некоторые экономисты усматривают оценку природных богатств как своего рода универсальный денежный показатель их ценности, одинаково применимый во всех случаях хозяйственной практики. Другая часть экономистов рассматривает оценку в отрыве от целей и задач хозяйствования.

На уровне современного состояния экономической науки наиболее правильным, по-видимому, является предложение осуществлять экономическую оценку естественных ресурсов на основе теории трудовой стоимости, т. е. с учетом затрат, произведенных на их подготовку, использование и на воспроизводство. Это означает, что пока природные ресурсы не освоены, установить их цену просто невозможно. Как, например, можно оценить земли в пустынях, океанские воды, или атмосферный воздух?

Для общества эти природные богатства приобретают цену только тогда, когда оно затрачивает определенные средства для их освоения. И как отмечает академик С. Г. Струмилин «...В каждом случае эти затраты сильно колеблются, в общих же итогах своего воспроизводства—подчиняются закону стоимости и нет никакой необходимости прибегать к каким-нибудь иным, искусственным методам и приемам такой оценки. Это справедливо в отношении всех осваиваемых благ природы» [93].

При всем значении самостоятельного исследования вопроса о предмете, критерии и методике оценки природных ресурсов нельзя, однако их абсолютизировать, отрывать от целей и задач выявления ценности. Без постановки целей и задач возникает иллюзорное представление о возможности отыскания некой единой, универсальной, для всех случаев приемлемой формы сохранения ценности каждого природного ресурса. Между тем, есть все основания утверждать, что такой единой оценки нет и быть не может, поскольку в каждом конкретном случае она преследует различные цели.

Основная цель оценки природных богатств должна заключаться в наибольших народнохозяйственных результатах в их использовании при наименьших затратах, что полностью согласуется с положениями Программы партии и XXVII съезда КПСС о всемерном повышении эффективности общественного труда, рациональном использовании природных ресурсов.

Основные задачи, стоящие перед экономической наукой в области оценки водных ресурсов, на наш взгляд, следующие:

а) создание экономических стимулов рационального использования и охраны водных ресурсов;

б) выявление экономического ущерба при загрязнении и истощении водных ресурсов.

Остановимся на них более подробно.

7.2. Цена воды и проблема платы за водопользование

Использование воды требует учета, планирования, регулирования и нормирования, предусматривая при этом удовлетворение будущей потребности, как это имеет место в отношении других природных ресурсов. Иначе говоря, водные ресурсы нуждаются в продуманном, хорошо организованном и планируемом управлении, непрерывном возобновлении в расширении воспроизводства за счет их регулирования и перераспределения.

Ресурсы окружающей среды, в особенности такие, как вода, атмосферный воздух, минеральные ресурсы,—бесплатные дары природы. Это, как отмечалось выше, в значительной степени порождает расточительность при их использовании. Вот почему возникает и получает поддержку идея о введении, с одной стороны, платности природопользования, а с другой—платности всех видов загрязнения окружающей среды.

По характеру использования водных ресурсов, как отмечалось ранее, отрасли народного хозяйства подразделяются на водопользователей, которые не изымают воду из водоемов и водотоков, а используют ее для выполнения различных операций (гидроэнергетика, рыбное хозяйство, водный транспорт, рекреация) и водопотребителей, деятельность которых связана с изъятием воды из водоисточников, при этом часть воды теряется безвозвратно, а возвращающиеся воды часто имеют весьма ухудшенное качество (промышленность, сельское хозяйство, коммунально-бытовые организации). Именно последнее обстоятельство вызывает необходимость в первую очередь выработать экономические стимулы рационального использования водных ресурсов в данных отраслях водопотребления.

Отсутствие цен и тарифов на воду приводит в настоящее время к неэкономному ее расходованию. Неучет затрат на потребля-

ему и отводимую воду ведет к неоправданному занижению себестоимости выпускаемой продукции. В то же время большие средства расходуются на увеличение мощностей и строительство новых сооружений, обеспечивающих народное хозяйство водой. Отсутствие платы за водные ресурсы не позволяет определить эффективность капитальных затрат по водохозяйственным мероприятиям. Многие водохозяйственные системы не могут перейти на хозрасчет.

В настоящее время сложилась такая ситуация, при которой предприятия и объекты, юридически будучи ответственными за нарушение законодательства в области рационального водопользования, экономически стимулируются к сверхнормативному и бесплатному водопотреблению.

Все издержки по добыче и подаче воды несут водохозяйственные организации за счет государственного бюджета. Установление платы за воду на базе возмещения затрат государства на воспроизводство водных ресурсов позволит в определенной степени компенсировать общегосударственные расходы, связанные с водным хозяйством страны.

Часто отмечается, что ставки за использование природных ресурсов не могут быть установлены без предварительной экономической оценки самих природных ресурсов. Такое мнение, видимо, неправильно. Можно определить ставку, например, платы за кубометр воды, используемой на технологические нужды, не имея экономической оценки всех вод и водных ресурсов. Сказанное, конечно, не умаляет теоретической и практической ценности проведения исследований по экономической оценке водных ресурсов, но эта оценка, которая по существу, является чрезвычайно сложным и трудоемким делом, не должна заслонять и тем более отодвигать на определенное будущее реализации идеи платности водных ресурсов.

Но если введение платности водопользования не обязательно связано с экономической оценкой водных ресурсов, то возникает вопрос: что может быть положено в основу обоснования размера платы за водный ресурс? В самом общем виде такое обоснование может быть осуществлено путем сопоставления затрат на охрану и воспроизводство водных ресурсов с объемом их использования:

$$П = \frac{З}{W}, \quad (19)$$

где $П$ — плата за пользование единицей водных ресурсов (руб./м³);
 $З$ — затраты на охрану и воспроизводство водных ресурсов (руб.);

W — годовой объем использованных обществом водных ресурсов (м³).

Здесь следует отметить, что если W —величина достаточно определенная, то Z можно трактовать по-разному. Дело в том, что в силу указанных выше специфических особенностей водопользования объем затрат на охрану и воспроизводство водных ресурсов зависит от многих и порой трудно поддающихся учету обстоятельств—от общего уровня развития отрасли, дефицитности и качества водных ресурсов, климатических особенностей района водотока, хозяйственной специализации районов, использующих данные ресурсы. Иными словами, не только P зависит от Z , но и Z зависит от P .

Что же должно лежать в основе уровня платы за водные ресурсы? Ответ, на наш взгляд, должен зависеть от тех функций, которые могут быть возложены на эту плату. Прежде всего плата за водопользование должна заинтересовать каждого потребителя в эффективном, бережном использовании вод—стимуляционная функция. Далее, цена на воду должна соответствовать общественно необходимым затратам на доставку ее к потребителю—компенсационная функция.

Плата за водопользование должна устанавливаться с таким расчетом, чтобы не только покрыть фактически сложившиеся и планируемые на перспективу затраты на охрану и воспроизводство водных ресурсов, но и служить источником покрытия обычных расходов государственного бюджета. Плата за водопользование как доход бюджета может выполнить и такие функции, какие выполняет налог с оборота, отчисления от прибыли, амортизации, плата за фонды и т. п.

Рассмотрим имеющийся опыт применения платы к водным ресурсам в некоторых странах—членах СЭВ. Прежде всего отметим, что использование и защита вод не могут решаться в отрыве друг от друга. Основопологающим при этом является использование, т. к. оно определяет и регламентирует защиту водных ресурсов. Действительно, такие вопросы, как установление норм водопотребления и водоотведения или повторное использование свежих и обработанных вод и т. п., в равной мере относятся и к использованию, и к охране воды. Даже специфические водоохраные мероприятия, подобные очистке сточных вод, прямо связаны с использованием, так как загрязнение воды может ограничить и даже исключить ее использование. Отсюда следует, что установление платы за водопользование должно учесть также и сброс сточных вод. При этом, плата за сброс неочищенных сточных вод должна превышать амортизацию и расходы на эксплуатацию очистных сооружений (об этом более подробно будет сказано ниже).

Характерно, что во многих странах мира созданы необходимые экономические стимулы и меры эффективного использования водных ресурсов и уменьшения их загрязнения. Эти вопросы ус-

пешно решаются и в некоторых странах—членах СЭВ, причем определенные меры приобрели законодательную силу. Начиная с 1961 г. в Чехословакии, например, введена дифференцированная для населения и промышленности плата за потребление воды. Для промышленных предприятий такая плата составляет 0,46 кроны за 1 м³. С 1967 г. установлены тарифы за спуск неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод в реки и водоемы [70].

Поступающие от платы за водопользование средства расходуются на развитие водного хозяйства, а от платы за сброс сточных вод—на финансирование строительства очистных сооружений. С 1971 г. плата за воду введена также и в ГДР, где она составляет: для хозяйственно-питьевых нужд 0,01 марки на 1 м³, промышленности—0,043 марки за 1 м³. При использовании питьевой воды для промышленных целей тариф на нее увеличивается в 10 раз по сравнению с тарифом на хозяйственно-питьевые нужды [95]. Для стимулирования сельскохозяйственного производства сельскохозяйственным предприятиям разрешено бесплатное пользование водой для собственных нужд.

В Венгрии экономический механизм водного хозяйства также оформлен в законодательстве. В качестве экономического стимула принята дополнительная плата и штрафы как предупредительное средство экономии воды. При этом введена и система прогрессивного штрафа за загрязненные воды, которая усиливает охрану качества воды и предохраняет ее от загрязнения. Дифференциация штрафа произведена в зависимости от показателей загрязнения.

В Польше цена воды дифференцирована по трем зонам: а) зона с уравновешенным водохозяйственным балансом; б) вододефицитная зона и в) водоизбыточная зона. В дефицитной зоне цена назначается на уровне затрат, тогда как в избыточной зоне понижена по сравнению с их настоящим уровнем. Разработаны и внедрены в практику экономические меры по предохранению вод от загрязнения в виде денежных штрафов (в зависимости от количества, состава и состояния сточных вод).

Установление платы за воду в СССР имеет свою историю. В 20—30-е годы плата за воду в виде водного сбора взималась со всех государственных учреждений, кооперативных и частных организаций и лиц, пользовавшихся водохозяйственными системами. Эта плата была дифференцирована в зависимости от дохода, получаемого в сельском хозяйстве и промышленности. Водный сбор в нашей стране перестали взимать с 1936 г. одновременно с отменой сельскохозяйственного налога [33].

В настоящее время с усилением в нашей стране роли экономических методов руководства народным хозяйством все большее значение приобретает экономический, хозрасчетный метод регу-

лирования водопользования и водоотведения. Этот метод предусматривает установление платы за специальное водопользование. Первым шагом в установлении платежей явилось постановление СМ СССР № 695 от 12 июля 1979 г. п. 55 «в» о введении платы за воду, забираемую промышленными предприятиями из водохозяйственных систем. В связи с этим принято решение о введении с начала 1982 г. платы за воду, забираемую промышленными предприятиями из водохозяйственных систем. Перечень водохозяйственных систем по представлению Минводхоза СССР утвердил Госплан СССР. Этот перечень охватывает практически все водные объекты СССР.

Если давать общую оценку существующим экономическим стимулам при использовании водных ресурсов и их охране от загрязнения и истощения в странах-членах СЭВ, то следовало бы констатировать, что существуют известные трудности в решении этих проблем. Прежде всего отметим, что установление платы за воду связано с решением ряда теоретических и практических вопросов. Среди них главный—обоснование уровня платы за воду и дифференциация ее по районам страны в зависимости от обеспеченности их водными ресурсами, а также дифференциация платы по водопотребителям. М. Н. Лойтер в основу экономической оценки платы за воду предлагает взять следующие показатели [44, с. 189—190]:

все воды (водные ресурсы) СССР в его границах (поверхностные и подземные), являясь общегосударственной собственностью, находятся в ведении государства, в лице его специальных ведомств и их органов на местах и предоставляются предприятиям только в пользование;

водные ресурсы, используемые без специальных затрат, должны оцениваться с учетом соответствующей компенсации для последующего развития водопотребления в данном районе (очистка, строительство водохранилищ, переброска воды из других бассейнов и т. п.);

водные ресурсы, используемые на основе затрат по забору воды из источника (подпор, подъем), по транспортировке ее по трубам или каналам и другим мероприятиям, связанным с какими-либо материальными затратами, должны оцениваться в размерах, компенсирующих затраты и создающих необходимые накопления;

в отраслях народного хозяйства, использующих воду и требующих только искусственного регулирования режима водисточника (гидроэнергетика, водный транспорт, лесосплав, рыбное хозяйство и др.) оценка водных ресурсов должна позволить создать компенсационный фонд для осуществления водохозяйственных мероприятий по восполнению безвозвратных потерь воды, связанных с развитием этих отраслей.

Однако, такой кажущийся детальный ответ все же не решает существующие проблемы, т. к. не определен уровень платы за единицу использованной воды. По расчетам М. И. Лойтера цена 1 м³ воды с учетом прямых эксплуатационных затрат, связанных с водоснабжением, амортизационных отчислений по основным фондам водохозяйственного назначения, платы за их использование, потерь воды и прибыли водохозяйственных предприятий составит около 2 коп. При этом принимается в расчет не вся стоимость создания водохозяйственных систем, а только их амортизация в размере 2,5% [44, с. 193].

Такая цена видимо очень занижена, т. к. она не компенсирует не только затраты по очистке вод, но и стоимость самых водохозяйственных сооружений. С учетом этого она может быть установлена на уровне 4—5 коп. за 1 м³. Из них 2 коп. должны быть предназначены на покрытие затрат по содержанию водохозяйственных систем, остальные—на строительство новых и расширение действующих водохозяйственных систем (включая объекты водохранного назначения).

При дифференциации платы за воду, на наш взгляд, должны быть учтены те же факторы, что и при установлении общего ее уровня, т. е. там, где капитальные и эксплуатационные затраты на водоснабжение больше, должна быть выше и плата за воду. В качестве критерия для оценки стоимости воды необходимо принимать степень зарегулированности водотока, бассейна или его части. В результате анализа показателей действующих и проектируемых гидроузлов в институте «Гидропроект» получены нормативы для подсчета основных статей затрат, по которым определяются годовые эксплуатационные издержки: амортизационные отчисления—1,2%; текущий ремонт—1% полной сметной стоимости гидроузлов без затрат на подготовку водохранилища; заработная плата—0,07% полной сметной стоимости гидроузла; прочие затраты (на содержание автотранспорта, охрану труда, технику безопасности и т. д.)—5% эксплуатационных затрат, за вычетом амортизации [28, с. 120].

По расчетам этого же института наибольших затрат требует обеспечение водными ресурсами районов с развитой промышленностью (Центр, Урал) и сельским хозяйством (Юг, Средняя Азия, Северный Кавказ). По себестоимости воды на первом месте стоит Северный Кавказ (р. Терек—0,260 коп/м³), далее Молдавская ССР (0,257 коп/м³), Закавказский экономический район (0,193 коп/м³) и Среднеазиатский экономический район (0,160 коп/м³). По удельным капиталовложениям: Молдавская ССР (12,09 коп/м³), Северный Кавказ (11,54 коп/м³), Закавказье (8,52 коп/м³), Средняя Азия (7,04 коп/м³). На освоение и эксплуатацию водных ресурсов южных рек требуется в 2—3 раза больше средств, чем

на Волжский бассейн в целом, хотя для некоторых его районов расчетные затраты уже в настоящее время велики и возрастут в перспективе. Расчетные затраты на освоение водных ресурсов Сибири в 10 раз меньше, чем на освоение водных ресурсов Волги.

Недостаток приведенных расчетов, по нашему мнению, заключается в том, что в них совершенно отсутствуют затраты на получение, охрану и содержание водных ресурсов. Включение таких затрат в оценку водных ресурсов правомерно и они также должны быть дифференцированы по районам и водотокам.

Учитывая специфику водных ресурсов, характеризующихся различным качеством, дефицитностью по зонам страны и по отдельным районам внутри зон, плату за воду, по нашему мнению, необходимо дополнить также и рентными платежами, которые должны устанавливаться в зависимости от степени водообеспеченности данной территории. Предприятия, эксплуатирующие водные ресурсы с лучшими природно-географическими условиями, получают добавочную прибыль. Это свидетельствует о необходимости определения платы в зависимости от водной дифференциальной ренты. В данном случае государство должно изъять у предприятия этот дополнительный доход. Рентные платежи необходимо отражать как в плановой, так и в фактической себестоимости продукции, учитывая их при определении уровня оптовых цен.

Применение этих платежей позволит планирующим организациям более квалифицированно решать вопросы, связанные с размещением водоемких производств в водообеспеченных районах, а также создаст условия выравнивания хозрасчетных возможностей предприятий, использующих различные по природно-хозяйственным факторам водные ресурсы (дефицит воды, трудности водозабора, дальность водоподачи, необходимая степень очистки воды и т. п.). Это можно достигнуть за счет освобождения в водоизбыточных районах промышленных предприятий от уплаты рентной платы, а в ряде случаев выплаты рентных дотаций предприятиям.

В заключение отметим, что тариф на воду, забираемую промышленными предприятиями в Армянской ССР, за 1 м³ установлен в размере 0,84 коп., что явно занижено.

В 1985 г. в республике были установлены и утверждены лимиты на водопотребление на 980 промышленных объектах. Этими же водопотребителями в госбюджет была внесена плата за воду в размере 2,818 млн. руб., в том числе в союзный бюджет 1,148 млн. рублей. Не останавливаясь на всех преимуществах и недостатках разделения внесения платы за водопользование в союзный и местный бюджет, отметим, что согласно постановлению ЦК КПСС, Верховного Совета и Совета Министров СССР от 19 марта 1981 г. № 292 «О дальнейшем повышении роли Советов народ-

ных депутатов в хозяйственном строительстве» было установлено, что в доходы местных бюджетов зачисляются отчисления от платы за воду, забираемую промышленными предприятиями из водохозяйственных систем в размере 50%, начисляемой суммы. Однако согласно постановлению ЦК КПСС, Верховного Совета и Совета Министров СССР от 29 июля 1986 года «О мерах по дальнейшему повышению роли и усилению ответственности Советов народных депутатов за ускорение социально-экономического развития в свете решений XXVII съезда КПСС» вышеуказанный порядок внесения платы в госбюджет значительно изменен.

С 1987 г. плата за воду вносится промышленными предприятиями-плательщиками в союзный, республиканский и местный бюджет в зависимости от подчиненности предприятия. Это означает, что размер местного бюджета будет зависеть от удельного веса промышленных предприятий республиканского подчинения. В Армянской ССР предприятия союзного подчинения используют более 80% от общего объема промводопотребления. Это означает, что по новому порядку значительно увеличится плата республикой в союзный бюджет. Так, в 1985 г. в союзный бюджет, как отмечалось, внесено 1,148 млн. руб., в республиканский бюджет—1,670 млн. руб. Если бы расчеты производились по новому порядку, то в союзный бюджет вносилось бы 2.264 млн. руб., а республиканский—всего 554 тыс. руб., т. е. почти в 3 раза меньше, чем фактически имело место в 1985 году.

Если иметь в виду, что в последнее время все чаще появляются предложения об усилении территориального подхода при планировании и финансировании мероприятий охраны природы и рационального использования природных ресурсов, то станет очевидным противоречие между новым порядком внесения платы за воду и усилением прав региональных органов управления рациональным природопользованием.

7.3. Штраф за сброс сточных вод и принципы его построения

Введение платы за воду, как было отмечено выше, позволяет подойти к решению другого, важного для сохранения водных ресурсов вопроса: установление платы за сброс использованной (сточной) воды. Существующим законодательством предусматривается очистка досанитарных норм всех сбрасываемых сточных вод. Критерием оценки допустимости загрузки водных источников веществами загрязнения, как было указано в гл. 4, являются ПДК вредных веществ в водных объектах, а также их общесанитарная характеристика. Требования, предъявляемые к качеству воды рек, озер и морей, разработаны в виде ПДК для ис-

точников водоснабжения, водоемов, расположенных в пределах населенных пунктов и зон отдыха, а также для водных объектов рыбохозяйственного значения. Утверждены санитарные правила выпуска сточных вод в водные объекты отдельно для рек и внутренних водоемов (1975 г.) и для морского побережья (1976 г.). В этих документах даны ПДК для большого количества вредных веществ, а также расчетные гидрологические условия оценки качества воды. Для других водопользователей—водопотребителей единых правил в Советском Союзе нет.

В настоящее время для стран-членов СЭВ разрабатываются единые стандарты качества воды водоемов, где кроме рекреационного и рыбохозяйственного пользования, учитываются нужды орошения и промышленного водоснабжения по основным отраслям производства.

ПДК, как известно, были приняты советской медициной еще в тридцатые годы. Введение этих норм сыграло большую положительную роль. Однако интересы окружающей среды требуют не только ограничения ПДК в воздухе и воде, но и ограничения вредных выбросов отдельными предприятиями, т. н. предельно допустимых выбросов (ПДВ). Этот принципиально новый подход к контролю спуска сточных вод в водоемы в наиболее полной мере отвечает смыслу и содержанию проблемы охраны водоемов от загрязнения, т. к. целью охраны водоемов является достижение такого качества воды в них, которое соответствовало бы интересам водопользователей—водопотребителей. Однако, следует отметить, что какой бы метод очистки сточных вод не применялся (даже самый совершенный), полностью очистить и обезвредить их не удастся. Так, при биологической очистке степень очищенности, как указывалось, не превышает 80—90%. Не менее 10—20% остаточных загрязнений, в том числе наиболее стойкие и медленно поддающиеся испарению органические вещества, вместе с очищенными сточными водами поступают в реки и водоемы. Особо следует подчеркнуть совершенно недостаточную очистку сточных вод в искусственных условиях от бактериальных загрязнений. Поэтому только одной очисткой сточных вод нельзя решить проблему защиты вод от загрязнения. Одновременно с очисткой должен быть осуществлен целый ряд мероприятий, которые позволяют уменьшить образование сточных вод и степень их загрязнения. Среди них немалую роль могут играть экономические меры, в частности, штраф (плата) за сброс неочищенных или недостаточно очищенных вод в реки и водоемы.

Принцип установления штрафа не должен базироваться на том, что он дает разрешение на загрязнение водных источников с соответствующей его оплатой, и как экономическая мера, по-

буждающая производственные объекты к сокращению сброса сточных вод.

Размер штрафа должен быть таким, чтобы он принуждал предприятия устранять причины сброса сточных вод выше допустимой концентрации, а не просто платить установленный штраф. В то же время плата должна компенсировать очистку и доочистку стоков до требуемых санитарных норм, в данном случае до ПДВ.

Плата за сброс промышленных и хозяйственно-фекальных вод должна быть определена по стоимости мероприятий по разбавлению или доочистке воды, способствующих восстановлению ее первоначальной потребительской стоимости. В первом случае оплата за сброс загрязненной воды определяется как произведение себестоимости чистой воды (C), необходимой для разбавления 1 м^3 загрязненной воды, на объем чистой воды (V), необходимой для этого разбавления

$$P_1 = CV. \quad (20)$$

Во втором случае плата за сброс равна стоимости доочистки:

$$P_2 = Z_r + KE_n, \quad (21)$$

где Z_r — годовые эксплуатационные затраты для поддержания очистных сооружений; K — капитальные вложения на строительство очистных сооружений; E_n — нормативный коэффициент эффективности, принимаемый 0,12.

Плата за сброс сточных вод, аналогично плате за водопотребление-водопользование, должна также дифференцироваться по отраслям, а в таких отраслях, как химическая, цветная металлургия, лесная, пищевая — по продукции, т. к. характер и степень загрязнения вод в значительной степени зависят от вида выпускаемой продукции. По некоторым проработкам расчетные затраты на оплату 1 м^3 сбросных вод могут составлять от 7 (кальцинированная сода) до 128 коп. (шелк, лавсан).

Указанный штраф берется с момента установления факта совершения нарушения до его устранения. Для того, чтобы налагаемые штрафы играли роль стимулятора, они не должны планироваться и включаться в себестоимость продукции, а прямо отражаться на прибыли предприятия. Таким образом, предприятие будет заинтересовано в своевременном устранении причин нарушения работы своих очистных сооружений. Цель введения штрафа — стимулирование своей производственной единицы — водопотребителя. Если предприятие не имеет очистной установки, необходимо построить ее в определенный срок. Новые предприятия не могут быть введены в действие без очистных сооружений.

Надо добиться того, чтобы на всех предприятиях, сбрасывающих сточные воды, контроль над степенью загрязнения осуществлялся не простым взятием и анализом проб со стороны предприятия-загрязнителя, а автоматической регистрации, которая бы не допускала занижения оценки масштабов нанесенного урока, т. е. необходим непрерывный контроль за качеством воды. Для этой цели необходимо создать контрольные пункты, которые будут снабжены устройством автоматического измерения и передачи данных о загрязнении в диспетчерские службы бассейновых инспекций охраны вод.

Каждый факт нарушения проверяется на месте и устанавливается на этой основе размер штрафа, предъявляемого соответствующему предприятию-загрязнителю. Внесение штрафа не освобождает нарушителя от обязанностей устранить причины загрязнения. Фонд накоплений, поступающих от штрафов, может быть использован для реконструкции и эксплуатации очистных сооружений, а также для поощрения водопользователей, соблюдающих установленные нормы сброса сточных вод (выплата премий за регулярную эксплуатацию и поддержание в постоянной исправности очистных сооружений, использование отходов очистки сточных вод, экономию свежей воды). Для создания всеобщей заинтересованности в охране водных ресурсов необходимо придать законную силу экономическим стимулам и санкциям. От правильно определенных штрафов зависит, будут ли у предприятий стимулы очищать воду и уменьшать ее потребление.

Размер штрафов, кроме того, должен стимулировать руководителей предприятий своевременно вкладывать необходимые средства на очистку воды, вместо того, чтобы выплачивать штрафы. Охрана водных ресурсов от загрязнений пока слабо стимулируется экономическими рычагами. Недостаточно разработана система тарифов за сброс сточных вод в канализационную сеть в зависимости от характера сточных вод и степени загрязнения водных ресурсов. Подобные работы ведутся крайне недостаточно, что является большим упущением.

Установление платы за водопользование-водопотребление и штраф за сброс сточных вод создаст условия для определения ряда важных экономических показателей в области использования и охраны водных ресурсов, таких, как капиталовложения, цена, тариф, прибыль, ущерб и т. д., и в значительной степени дополнит методы определения экономической эффективности водохозяйственных мероприятий.

В конце отметим, что определяющее значение в выборе направления использования водных ресурсов имеет социальная политика государства. В этой связи представляется целесообразным предложение М. Н. Лойтера установить единую экономиче-

скую оценку воды в определенном районе по ведущему виду водопользования, обеспечивающему наибольший экономический или социальный эффект [44, с. 188].

Комплексная экономическая оценка водных ресурсов должна явиться тем механизмом, который позволит планировать и осуществлять наиболее целесообразное с народнохозяйственной точки зрения использование водных ресурсов.

7.4. Об эффективности введения платы за водопользование

Практика показывает, что введение платежей за водопользование приводит к более экономному расходованию воды потребителями. Экономия составляет в промышленности около 1% общего водопотребления, т. е. приблизительно 1 км³. При средней себестоимости воды по Союзу 0,4 коп/м³ экономия, а следовательно и ожидаемый экономический эффект от введения тарифов, составит около 4 млн. рублей.

В настоящее время, как было указано выше, плата в нашей стране распространяется пока только на промышленные предприятия. Опыт работы ряда хозяйств и республик показывает, что аналогичную плату можно ввести и за оросительную воду, и в особенности в аридной зоне нашей страны, к которой относится и Армянская ССР, где экономное расходование оросительной воды имеет исключительно большое значение.

Нам представляется, что недостатки в использовании водных ресурсов в значительной мере порождаются отсутствием как в эксплуатационных организациях, так и в хозяйствах-водопользователях экономической заинтересованности в экономном и эффективном использовании оросительной воды.

Дело в том, что государственные водохозяйственные эксплуатационные организации, финансируемые за счет бюджета, не пользуются правами государственных производственных предприятий, материально не поощряются за выполнение установленных норм подачи оросительной воды водопользователям и не привлекаются к материальной ответственности при невыполнении этих норм. Поэтому у них нет заинтересованности в экономном использовании водных ресурсов и улучшении эксплуатационных режимов работы.

Вместе с тем, в экономном и эффективном использовании оросительной воды не заинтересованы и хозяйства-водопользователи, многие из которых на оросительную воду смотрят, как на бесплатный и практически неограниченный дар природы. Пользуясь тем, что колхозы и совхозы за воду не платят, за неэкономное и неэффективное использование оросительной воды никакой ответ-

ственности не несут, руководители многих из них поступают с водой так как им заблагорассудится: добиваются получения двойных размеров оросительных норм, не следят за состоянием оросительной сети, значительная часть воды теряется, а потребность в средствах для ремонта оросительной сети и сооружений увеличивается.

Указанные выше недостатки можно ликвидировать путем перевода эксплуатационных организаций на хозяйственный расчет, с установлением таких взаимоотношений между ними и хозяйствами-водопользователями, которые создали бы обоюдную материальную заинтересованность в экономии и эффективном использовании оросительной воды и получение высоких урожаев. Основной экономической базой для этой цели должно стать установление платы за использование воды всеми водопользователями.

Особый интерес представляет опыт платы за воду на оросительных системах Киргизской ССР. В пределах установленных норм вода отпускалась хозяйствам по определенным тарифам. При этом на сумму стоимости отпущенной воды сокращаются обязательные выплаты совхозов в бюджет. Для колхозов за забор воды выделяются средства из бюджета. Вода, израсходованная сверх нормы, оплачивается в двойном размере из собственных средств совхозов и колхозов. В результате внедрения хозрасчета сэкономлено и дополнительно отпущено потребителям с 1970 по 1971 гг. 200 млн. м³ воды, поливные нормы сократились на 14%, а урожайность выросла: хлопчатника—на 14%, свеклы—на 9% [72, с. 224]. Таким образом, введение платы за оросительную воду в Киргизской ССР послужило стимулом экономии воды и улучшения работы водопользователя.

Неменьший интерес представляет опыт Управления Кубанской рисовой оросительной системы, осуществляющей хозрасчет в течение 20 лет и показывающий большую целесообразность этого метода и его экономическую эффективность как для хозяйств—водопользователей, так и оросительных управлений и, что, самое главное, в рачительном, по-хозяйски бережном расходовании оросительной воды.

Рядом авторов предложены методы расчета по определению цен на воду. Общим во всех случаях платы за воду является то, что материальную основу составляют фактические эксплуатационные издержки водохозяйственных систем. Однако методы расчета платы и принципы ее взимания еще не унифицированы. В частности, расходы, понесенные государством в организации орошения могут быть возмещены путем установления конкретной платы за доставку воды потребителю. Ведь на основе этого при-

ципа установлена плата за питьевую воду и за воду, используемую промышленностью.

Подытоживая изложенное, можно заключить, что в аридной зоне страны, где оросительная вода играет решающую роль в интенсификации сельскохозяйственного производства, целесообразно установление платы за воду. Это будет способствовать экономии воды и повышению урожайности, обоюдно выгодную как государству, так и водопользователям.

Правильное применение предложенных экономических стимулов и санкций приведет к получению значительных хозяйственных выгод, уменьшению потерь, наносимых народному хозяйству в результате сбросов загрязненных вод выше допустимой концентрации, к более экономному и эффективному использованию имеющихся водных ресурсов.

7.5. Экономический ущерб от загрязнения водных объектов

Под экономическим ущербом подразумеваются фактические или возможные потери, урон или отрицательное изменение природы, которые обусловлены загрязнением окружающей среды и могут быть выражены в денежной форме.

До настоящего времени методические вопросы определения ущерба в результате ухудшения состояния окружающей среды разработаны недостаточно. Единой общегосударственной методики пока не существует, а появившиеся в последние годы методические положения по оценке экономического ущерба несовершенны. В частности, нет единого общепризнанного критерия оценки ущерба, а в тех случаях, когда им оперируют в расчетах, его отождествляют с затратами на предотвращение загрязнения. Кроме того, отсутствует комплексный подход к определению величины народнохозяйственного ущерба.

По своему экономическому смыслу понятие ущерба, наносимого народному хозяйству, по-видимому, прямо противоположно понятию эффекта, получаемого от капитальных вложений в производственной и непроизводственной сферах, а уменьшение этого ущерба—равносильно увеличению соответствующего эффекта. Экономический ущерб может быть фактическим (расчетным), возможным и предотвращенным. Под фактическим (расчетным) ущербом подразумевают фактические потери, урон, наносимые народному хозяйству в результате загрязнения окружающей среды.

Возможный ущерб—это ущерб народному хозяйству,— который мог бы быть в случае отсутствия природоохранных мероприятий. Например, возможный ущерб от загрязнения водного бассейна трактуется как потери трудовых, материальных и денежных

ресурсов, которые могут иметь место не только в текущий момент рассмотрения вопроса, но и в перспективе. Под предотвращенным ущербом понимают разность между возможным и фактическим ущербами в определенный момент времени.

Определение экономического ущерба сводится к расчету материального ущерба (в денежном выражении) в виде дополнительных затрат, необходимых для ликвидации последствий загрязнения. Так, например, снижение урожайности сельскохозяйственных культур ведет к недобору урожая на загрязненных площадках, который можно оценить в виде дополнительных затрат на покрытие недобора в других более урожайных районах. Загрязнение окружающей среды приводит к снижению отдачи всех видов производительности труда, требует дополнительных затрат на обеспечение необходимого качества производимой продукции, и, наконец, снижает социальную отдачу средств, вкладываемых в развитие непроизводственной сферы—здравоохранения, коммунально-бытового хозяйства и т. п. Возникает ущерб от роста заболеваемости населения, ускорения износа основных фондов и личного имущества граждан, потери свободного времени граждан.

При определении ущербов должны быть учтены не только прямые потери в отраслях народного хозяйства, но и косвенные, вызванные изменениями в экономической системе и социальными факторами (восстановление качества воды). Определение ущерба в одном случае (население, промышленность) необходимо вести по принципу предотвращения убытков (затраты на строительство дополнительных водохозяйственных сооружений), в другом—потери в чистом доходе (сельское, лесное хозяйство).

Целесообразность производимых затрат должна решаться путем сопоставления их с тем ущербом, который наносится народному хозяйству вследствие загрязнения воды. Для выявления ущерба необходимо изучить и освещать вопросы экономико-географической характеристики данного района (территория, население, земельные ресурсы, отрасли экономики, характеристика водных ресурсов, лесные ресурсы), водохозяйственного баланса (количество используемой свежей и оборотной воды, количество и характеристика отводимых сточных вод).

Общий ущерб, наносимый народному хозяйству от загрязнения водных ресурсов, складывается из ущербов, наносимых отдельным водопотребителям (промышленности, населению, сельскому и рыбному хозяйствам и др.).

Для определения характера загрязнения и степени вредности сточных вод можно использовать ПДК загрязняющих ингридиентов.

Сравнением балансовой стоимости и эксплуатационных зат-

рат существующих очистных и других водоохраных сооружений и мероприятий с тем экономическим ущербом, а также с теми требованиями основ водного законодательства о прекращении сброса неочищенных сточных вод в водоемы, можно установить объем требуемых капитальных вложений в водоохраные мероприятия данного района. По нашим расчетам удельный вес капитальных вложений на эти цели должен составлять около 5% всех капитальных вложений республики, что в 10 раз больше нынешнего уровня.

ГЛАВА 8

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В ВОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ АРМЯНСКОЙ ССР

8.1. Современное состояние определения эффективности капитальных вложений в водоохраные мероприятия

Экономическая эффективность капитальных вложений определяется «Типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в народном хозяйстве СССР» и рассчитывается в масштабе всего народного хозяйства, по отраслям промышленности, союзным республикам и крупным экономическим районам как отношение прироста национального дохода к планируемым капитальным вложениям.

Однако в практике применения этой методики и в ее толковании, которое дается в отраслевых инструкциях, существуют большие различия. Так, в мелиоративных и рыбохозяйственных организациях, эффективность определяется по уровню рентабельности, в гидроэнергетике и водном транспорте—по показателям сравнительной экономической эффективности. При оценке намеченных мероприятий используются также и натуральные показатели. Исходя из поставленной цели, в настоящей работе мы остановимся только на экономической эффективности водоохраных мероприятий.

Прежде всего отметим, что в нашей стране общее свойство подготовки и принятия хозяйственных решений—вариантность, возможных подходов, способов реализации поставленных задач.

Но по какому критерию отбирается лучший из множества реально возможных вариантов? Традиционный способ выбора лучшего варианта основан на сравнении их экономической эффективности

ности. Однако необходимо иметь в виду, что помимо экономического эффекта каждый из вариантов хозяйственных решений несет, как правило, те или иные социальные или экологические последствия, которые прежде не учитывались. На ликвидацию вредных последствий требуются дополнительные затраты, если же они неустранимы, требуются затраты на компенсацию. В связи с этим методика определения экономической эффективности как бы модернизировалась: делалась попытка интегрально подсчитать эффективность каждого из вариантов и его социальные и экологические последствия.

Однако эта возможность так и не была реализована: слишком сильным оказался соблазн придавать сопоставлению вариантов форму точных вычислений. Этому сильно способствовали возросшие возможности вычислительной техники, развитие экономико-математических методов. Это привело к игнорированию качественных различий экономической и экологической сторон хозяйственных процессов: попросту суммировались экономическая эффективность и социально-экономические последствия, не учитывая того, что реальные жизненные соотношения этих характеристик во все не таковы, чтобы простое арифметическое суммирование было допустимым.

Все это настоятельно требует создания новых подходов определения социально-экономической эффективности хозяйственных решений. Суть нового подхода должна заключаться прежде всего в должной социальной направленности хозяйственных решений. В этом же русле находятся и требования социалистического природопользования, экологической безопасности и экологического благополучия. Вся эта совокупность требований должна выступать как приоритетная в сравнении с экономической эффективностью. Эффективность капиталовложений в водоохранные мероприятия до последнего времени, как правило, вообще не определялась, а между тем, как было указано в главе 7, объем капитальных вложений на охрану окружающей среды в нашей стране непрерывно возрастает. Так, за XI пятилетку они составили около 10 млрд. рублей. Наибольшая часть затрат по охране окружающей среды приходится на охрану и рациональное использование водных ресурсов за указанный период—около 73% всех затрат. Эти затраты по своим масштабам в целом по стране вполне сравнимы с отдельными отраслями народного хозяйства.

В целом по народному хозяйству СССР основная доля затрат по охране и рациональному использованию водных ресурсов приходится на сооружения по очистке производственных и коммунальных сточных вод—72%. Наибольшая часть затрат, предусмотренная на строительство очистных сооружений, приходится на биологическую очистку—33%, механическую—18%, физико-хими-

ческую—12%. В структуре затрат на охрану и рациональное использование водных ресурсов капитальные вложения в строительство систем оборотного водоснабжения составляют 21%, утилизацию ценных отходов и использование сточных вод на полях орошения и т. д. составляют 7%.

Строительная стоимость комплекса сооружений биологической очистки сточных вод в зависимости от степени очистки составляет от 54 до 71 руб. на 1 м³ суточной производительности. Удельные капитальные вложения в биологическую очистку сточных вод нефтеперерабатывающих заводов в 1975 г. составляли в среднем на 1 м³ суточной производительности 218 руб., а химических заводов—248 руб. [85, с. 221—222]. Предполагается, что к концу 2000 г. эти цифры будут гораздо выше. Очистка воды до 99% стоит в 10 раз дороже, чем до 90%, а очистка до 99,9%—в 100 раз дороже [101, с. 42].

В структуре затрат по охране и рациональному использованию водных ресурсов имеется тенденция увеличения инвестиций на указанные затраты. Так, в 1980 г. затраты на оборотное водоснабжение по сравнению с 1975 г. увеличились в 1,9 раза, а утилизация ценных отходов сточных вод на сельскохозяйственных полях орошения (ЗПО)—в 2,5 раза. Себестоимость 1 м³ оборотной воды составляет 2—4 коп., а иногда даже ниже стоимости забора—1 м³ свежей воды [101, с. 119]. Доля оборотного и повторно-последовательного водоснабжения в настоящее время превышает 2/3 всей потребляемой промышленностью воды. В отдельных отраслях согласно [40, с. 27, 32, 34] эта цифра значительно выше: в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности—90%, в черной металлургии и химической промышленности—80%.

По статистическим данным в затратах на охрану и рациональное использование водных ресурсов в 1985 г. 93% капитальных вложений приходилось на промышленность, в том числе химическую и нефтехимическую промышленность—23,9%, черную металлургию—12,4, машиностроение и металлообработку—15,3, цветную металлургию—9,9, топливную—7,0%. На сельское хозяйство, транспорт и строительство приходилось 4,6% всех затрат.

В настоящее время около 2/3 сточных вод очищается наиболее дешевыми способами: механическими, около 30%—биологическими и остальное—химическими способами. Прогнозные данные показывают, что наиболее перспективными будут физико-химические, биохимические и химические методы очистки во всех отраслях промышленности. Но и при этих условиях практически невозможно очистить сточные воды более чем на 80–90% (в зависимости от вида загрязнений). Поэтому наибольшие затраты будут осуществлены в химической, нефтехимической, теплоэнергетической де-

ревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной отраслях промышленности. Относительно невелики затраты на охрану и рациональное использование водных ресурсов в машиностроении и металлообработке, промышленности строительных материалов, строительстве, на транспорте.

Какой бы метод очистки сточных вод не применялся, в силу ограниченных способностей водоемов к самоочистке производственные стоки можно сбрасывать в водоемы при условии их большего разбавления. Так, некоторые виды сточных вод химической промышленности требуют разбавления в сотни и тысячи раз.

В Армянской ССР с весьма ограниченными водными ресурсами таких возможностей, конечно, не имеется. Только для этой цели в настоящее время у нас требуется более 10 км³ свежей воды, которая почти в 1,5 раза больше, чем все располагаемые водные ресурсы за средневодный год. Поэтому основным вопросом повышения эффективности капитальных вложений в охрану и рациональное использование водных ресурсов должно быть наряду со строительством очистных сооружений также и всемерное уменьшение количества сточных вод и увеличение доли оборотного водоснабжения.

В основе определения эффективности капитальных вложений в средозащитные мероприятия лежит «Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений» (1969 г.). Однако определение эффективности капитальных вложений и в охрану среды имеет ряд особенностей, которые не нашли отражения в «Типовой методике». Эти особенности заключаются в различиях эффекта: достигаемого в результате капитальных вложений производственного и экологического назначения, видах учитываемого эффекта, методах их расчета и т. п.

В настоящее время разработан ряд методик по определению ущерба, вызываемого ухудшением окружающей среды [23, 71, 74]. Однако денежное выражение ущерба определяется весьма противоречиво: в одних методиках его предлагают оценивать по потерям валовой продукции, в других — по приведенным затратам на мероприятия по ликвидации последствий загрязнения и на воспроизводство теряемой продукции, в третьих — по изменению экономической оценки загрязненного ресурса и т. д. Недостаточно освещена эффективность капитальных вложений в охрану среды.

Все это вызывает необходимость разработки единых методических рекомендаций, с помощью которых можно оценивать в денежном выражении потери от ухудшения среды, экономические результаты капитальных вложений в средозащитные мероприятия.

Подобные методические рекомендации могут быть использо-

ваны для определения эффективности капитальных вложений в охрану среды при разработке годовых и пятилетних планов развития народного хозяйства страны, отдельных отраслей и предприятий, проектировании и выборе вариантов строительства объектов, сооружений и установок для охраны окружающей среды, определения очередности строительства этих объектов, сооружений и установок, экономическом обосновании основных этапов достижения нормативного качества окружающей среды, оценке фактических результатов осуществляемых мероприятий, анализе результатов средозащитной деятельности отдельных отраслей, объединений и предприятий, экономическом стимулировании повышения эффективности осуществляемых мероприятий.

В этом отношении заслуживает определенной положительной оценки разработанная Объединенной комиссией АН СССР и ГКНТ СССР «Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды» (1983 г.), одобренная Госпланом СССР, Госстроем СССР и Президиумом АН СССР. Эта методика может явиться основой для уточнения соответствующих разделов в действующих и вновь создаваемых методик по определению ущерба от загрязнения среды в отраслевых инструкциях по определению эффективности капитальных вложений, при разработке нормативов экономического ущерба от загрязнения среды.

Под средозащитными мероприятиями понимаются мероприятия, направленные на предотвращение или уменьшение загрязнения окружающей среды. При этом различают одноцелевые средозащитные мероприятия (строительство и эксплуатация очистных сооружений и т. п.), направленные главным образом на снижение загрязнения окружающей среды, и многоцелевые (системы оборотного и повторного водоснабжения, утилизации ценных веществ из вредных выбросов, малоотходные технологические процессы), направленные не только на снижение загрязнения окружающей среды, но и на улучшение прямых производственных и социальных результатов хозяйственной деятельности—снижение расхода материальных и трудовых ресурсов, увеличение выпуска продукции, расширение ее ассортимента и повышение качества.

Результатом природоохранных мероприятий является предотвращение или сокращение потерь и излишних затрат в сфере материального производства и непроизводственной сфере. Социальные результаты проводимых природоохранных мероприятий (сокращение заболеваемости, улучшение условий труда и отдыха населения и др.) не могут быть выражены в стоимостной форме.

Так, можно определить затраты на лечение отдельных больных, но это отнюдь не будет составлять стоимости здоровья человека.

В связи с этим иногда высказывается мнение, что при определении эффективности капитальных вложений средозащитного назначения речь может идти только об определении сравнительной эффективности отдельных вариантов мероприятий по охране среды.

Правда, социальные эффекты от охраны природы, как было указано выше, пока еще не могут быть выражены в стоимостной форме, однако они оказывают влияние на экономику и сопровождаются определенными экономическими результатами. Но все же, несмотря на известную условность, можно оценить и социальный эффект в стоимостном выражении. Так, уменьшение загрязненности водных ресурсов и атмосферы способствует сокращению заболеваемости населения, а это, в свою очередь, выражается в сокращении расходов на лечение и других затрат, связанных с заболеванием людей. Повышается производительность труда, уменьшаются расходы из личных средств населения на бытовые нужды, значительно меньше становится миграция как внутри населенных пунктов, так и в другие районы страны с более чистой окружающей средой. Все это поддается экономической оценке.

Значительно сложнее определение экономических результатов таких социальных эффектов, как предупреждение исчезновения определенных видов животных, птиц и растений, природных ландшафтов и памятников, ухудшение рекреации и некоторых других. Однако для таких случаев с той или другой степенью условности можно определить экономические результаты их социальных эффектов.

Эффект капитальных вложений имеет и вторую весьма важную особенность. Так, если капитальные вложения в сферу материального производства обеспечивают в целом по стране прирост национального дохода, а на уровне отраслей и предприятий — прирост чистой продукции или прибыли, а в некоторых случаях — снижение себестоимости, то эффект капитальных вложений в охрану среды выражается в предотвращении потерь и излишних затрат, что можно рассматривать как потери. Тем не менее нельзя ставить знак равенства между эффектом капитальных вложений в природоохранные мероприятия и предотвращенным ущербом (как делают некоторые исследователи), т. к. предотвращенный ущерб — это экономические результаты охраны природы, которые диктуются как единовременными затратами, так и текущими затратами на эксплуатационные цели. Поэтому экономический эффект капитальных вложений в средозащитные мероприятия равен разности между суммарной величиной предотвращенного ущерба и текущими эксплуатационными затратами.

Третьей особенностью эффективности капитальных вложений в природоохранные мероприятия является его региональный характер, проявляющийся в том, что этот эффект в отличие от эффекта в сфере материального производства, достигаемого на данных предприятиях или отрасли в целом, достигается здесь не только и не столько на последних, проводящих средозащитные мероприятия, но и на всей территории, на которую распространяется средозащитное действие.

Эффект средозащитных затрат проявляется на различных уровнях:

а) первичный экономический эффект заключается в снижении негативного технологического воздействия на природную среду;

б) конечный (комплексный социально-экономический) эффект заключается в повышении эффективности общественного производства, уровня жизни населения и национального богатства страны. Те виды социально-экономического эффекта противозагрязняющих мероприятий, которые могут быть представлены в денежном выражении, образуют в совокупности экономический эффект этих мероприятий.

Величина экономического эффекта, в первую очередь, обуславливается величиной первичного экологического эффекта, который определяется путем отнесения величин первичных эффектов к вызвавшим их затратам.

Применительно к водоохранным мероприятиям по снижению загрязненности абсолютная величина первичного экологического эффекта (ΔB) представляет собой разность объемов выбрасываемых сточных вод до (B_n) и после (B_n) проведения этих мероприятий (в расчете на сутки, год):

$$\Delta B = B_n - B_n. \quad (22)$$

Такой принцип определения экологического эффекта применим как для отдельных предприятий, объединений, так и отрасли и страны в целом.

Отношение объема уловленных или обезвреженных загрязнителей (ΔB) к их начальному объему (B_n) представляет собой основной критерий экологической эффективности противозагрязняющих мероприятий, характеризующий степень очистки (η).

$$\eta = \frac{\Delta B}{B_n} \cdot 100 \%. \quad (23)$$

При разработке мероприятий по снижению загрязненности водной среды необходимо предусматривать достижение таких ее характеристик, которые находятся в пределах медико-санитарных и экологических нормативов. В настоящее время разрабатыва-

ются нормы предельных выбросов для всех предприятий, которые дадут возможность определить необходимый экологический эффект противозагрязняющих мероприятий в каждом конкретном случае.

Показателем абсолютной экологической эффективности капитальных вложений может служить показатель удельных капитальных вложений, рассчитываемый по формуле:

$$k = \frac{K}{\Delta B}, \quad (24)$$

где K —капитальные вложения экологического назначения.

Этот показатель имеет то достоинство, что весьма легко поддается расчету, не требует сбора большой информации, установления сложных зависимостей между загрязнением среды и величиной тех или иных потерь.

Учитывая то обстоятельство, что в нашу задачу не входили вопросы определения комплекса социально-экономического эффекта водоохранных мероприятий, то пользование вышеприведенными показателями, выражающими результаты затрат, эффект которых не имеет непосредственного денежного выражения, можно считать вполне обоснованным.

В конце остановимся на вопросах определения общей и сравнительной эффективности водоохранных мероприятий.

Показателем общей (абсолютной) экономической эффективности всей величины водоохранных затрат является отношение годового объема полного экономического эффекта к сумме вызвавших этот эффект эксплуатационных расходов и капитальных вложений, приведенных к одинаковой размерности в соответствии с нормативом эффективности

$$\mathcal{E}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_{ij}}{C_u + E_n K} \quad (25)$$

где $\mathcal{E}_{ij}$ —экономический эффект i -го вида ($i=1, 2, 3, \dots, n$) от предотвращения потерь на j -ом объекте ($j=1, 2, 3, \dots, m$);

C_u —годовые эксплуатационные расходы на обслуживание и содержание основных фондов, вызвавших полный экономический эффект;

K —капитальные вложения в строительство объекта водоохранного назначения;

E_n —нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений водоохранного назначения (временно можно принять его 0,12).

Общую (абсолютную) эффективность капитальных вложений можно подсчитать по формуле:

$$\mathcal{E}_u = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_{ij} - C_u}{K} \quad (26)$$

При анализе эффективности капитальных вложений в водоохранные мероприятия полученные показатели сравниваются с разработанными нормативами. Однако, имея в виду, что пока такие нормативы не разработаны, для оценки эффективности можно рекомендовать сравнение показателей затрат в аналогичные мероприятия на передовых предприятиях, где обеспечивается достижение планируемых конечных результатов охраны вод.

При разработке долгосрочных прогнозов, программ и проектов по охране водных ресурсов возникает необходимость выбора наиболее эффективных вариантов технических решений, т. е. определение сравнительной эффективности капитальных вложений. Показателем сравнительной эффективности капитальных вложений является минимум суммы текущих и капитальных вложений, приведенных к годовой размерности.

$$C_n + E_n K \rightarrow \min. \quad (27)$$

Значение E_n для капитальных вложений в новую технику рекомендуется принимать в размере 0,15.

Приведенные затраты могут быть также вычислены по следующей формуле:

$$K + C_n T_n \rightarrow \min, \quad (28)$$

где T_n — нормативный срок окупаемости капитальных вложений (величина, обратная E_n).

Обязательным условием сравнения эффективности капитальных вложений в водоохранные мероприятия является достижение одинакового с учетом местных условий качества водных ресурсов. Кроме того, должна быть соблюдена сопоставимость вариантов по количеству населения, на которое распространяется действие водоохранного мероприятия, размерам территории, предохраняемой от загрязнения, величине и составу основных фондов, действующих в загрязненной среде.

8.2. Эколого-экономическая эффективность, определенная по росту объема очищаемых сточных вод

В комплекс средозащитных мероприятий Армянской ССР входят: охрана и рациональное использование водных ресурсов; охрана воздушного бассейна; охрана и рациональное использование земель (без мелиорации); охрана рыбных запасов и охрана и восстановление диких птиц и животных; установки утилизации. За годы одиннадцатой пятилетки на эти цели было выделено государственных капитальных вложений в объеме 127,3 млн. руб., в том числе на перечисленные выше цели, соответственно: 96,9 млн. руб. (76,3% всех капитальных вложений); 13,7 млн. руб. (10,7%); 7,8 млн. руб. (6,1%); 2,7 млн. руб. (2,0%) и 6,2 млн. руб. (4,9%). Таким образом, основная доля (более трех четвертей) капитальных вложений идет на охрану и рациональное использование водных ресурсов республики. Это и естественно, так как водный бассейн Армянской ССР, как было показано в гл. 4, загрязнен пока весьма сильно. Тем не менее, объем сточных вод, подвергающихся очистке из года в год увеличивается. Так, если в 1960—1970 гг. он составил всего 369 млн. м³, то в 1976—1980 гг. объем очищаемых вод достиг 1583 млн. м³, т. е. увеличился почти в пять раз. Однако это еще не значит, что состояние очистки улучшается. В связи с этим интересно проследить динамику роста степени очистки сточных вод за многолетие.

Как видно из табл. 27, степень очистки сточных вод неуклонно увеличивается. Так, если в годы восьмой пятилетки она составила всего 22% от объема загрязненных вод, то в одиннадцатой пятилетке достигла 64%. Особенно заметен рост очистки на городских очистных сооружениях. Этот показатель в восьмой пятилетке составлял всего 1,5%, а в одиннадцатой—уже более половины загрязненных вод очищалась на городских сооружениях.

Известно, что технология очистки сточных вод в настоящее время развивается в направлении физико-химической и биохимической очистки, конечной целью которых является повторное использование глубоко очищенных сточных вод на промышленных предприятиях. Наряду с этим на многих предприятиях применяются механические и химические методы, которые применяются как окончательные методы очистки сточных вод до выпуска их в водоем или как первый этап до направления их на биологическую очистку. Таким образом, независимо от применяемых методов очистки, если сточные воды выпускаются в водотоки или городскую канализационную сеть, необходимо в дальнейшем обязательное их очищение на биологических станциях.

Таблица 27

Изменение степени очистки сточных вод Армянской ССР
за многолетие (в % от общего объема загрязненных вод)

	1960— 1970 гг.	1971— 1975 гг.	1976— 1980 гг.	1981— 1985 гг.
Количество загрязненных вод, собираемых без очистки	78	62	42	36
Количество сточных вод, направляемых на очистные сооружения в т. ч. на городские очистные сооружения	22	38	58	64
	1.5	7,2	52,5	57

Биологическая очистка может быть полной, когда БПК сточных вод снижается до 90—95% и неполной, когда БПК снижается на 40—80%. Посмотрим, как обстоит дело с различными видами очистки сточных вод в Армянской ССР.

Анализ имеющихся материалов показывает, что за последние 20 лет, несмотря на общее увеличение объема и степени очистки, весьма неудовлетворительно используются возможности очистных сооружений республики. Так, из табл. 28 видно, что если степень использования мощностей предварительной очистки в 1965—1970 гг. составила более 90%, то она упала в годы одиннадцатой пятилетки до 46%.

Несколько лучше используются мощности биологической очистки, но здесь тоже положение желает быть лучшим: этот показатель составил в годы одиннадцатой пятилетки всего 82,5%.

Таблица 28

Степень использования имеющихся мощностей
очистных сооружений Армянской ССР (в %)

Типы очистки	1966— 1970 гг.	1971— 1975 гг.	1976— 1980 гг.	1981— 1985 гг.
Предварительная	92,0	87,0	56,6	46,0
Неполная биологическая	100	96,0	97,0	96,0
Полная биологическая	44,0	87,3	80,8	82,5

Первичный экологический эффект, являющийся показателем снижения негативного техногенного воздействия на водную среду, как было сказано в предыдущем параграфе, определяется по формулам (22) и (23). Для условий Армянской ССР этот показатель, рассчитанный в разрезе пятилетки, имеет следующий вид (табл. 29).

Первичный экологический эффект капитальных вложений
в биологическую очистку сточных вод Армянской ССР

Таблица 29

	1965— 1970 гг.	1971— 1975 гг.	1976— 1980 гг.	1981— 1985 гг.
Отношение $\frac{\Delta B}{B_n} 100\%$	2,2	10,5	52,5	57,8

Как видно из этой таблицы, темпы роста экологической эффективности биологической очистки стали заметно увеличиваться начиная только с 1975 г. и в целом за XI пятилетку $\eta = 57,8\%$, что несколько ниже чем среднесоюзный показатель (68%) [2, с. 104].

Значительное улучшение состояния речных вод наблюдается также и по показателю уменьшения длины рек «загрязненной и непригодной к использованию» и «загрязненная, но пригодная к использованию» (табл. 30). Так, если в 1965 г. из общей длины наиболее загрязненных рек 657 км почти 230 км (36%) было загрязнено и непригодно для использования, то в 1985 г. общая длина таких участков рек снизилась до 91,2 км (13,9%). На общем фоне улучшения состояния рек несколько ухудшилось положение на рр. Памбак и Агстев, которые по этому показателю продолжают занимать последнее место. Более того, в 1985 г. по сравнению с 1980 г. длина загрязненных и непригодных к использованию участков этих рек увеличилась соответственно на 17,6, 5,7%.

Вторая половина таблицы показывает, что в целом по республике длина участков загрязненных, но пригодных к водохозяйственному использованию из года в год увеличилась. Так, если в 1965 г. общая длина таких участков составляла 109,2 км (16,6%), то в 1985 г.—47,5%. Общая длина чистых участков за эти годы имела следующий вид: в 1965 г.—318,1 км, в 1970 г.—327,2 км, в 1975 г.—319,4 км, в 1980 г.—250,4 км, в 1985 г.—253,9 км.

В целом данные табл. 30 показывают, что участки рек, пригодны для хозяйственного использования, несколько увеличились.

8.3. Эколого-экономическая эффективность, определенная по показателю улучшения качества воды рек и водоемов

В предыдущем параграфе мы рассмотрели вопрос экологической эффективности капитальных вложений по показателю увеличения количества сточных вод, очищаемых биологическим методом. Мы убедились в том, что действительно за последние 20 лет резко увеличились мощности биологических очистных станций, что формально дает основание полагать, что состояние вод-

ных ресурсов республики улучшается. Однако, фактический экологический эффект проявляется не только в том, насколько увеличился объем очистки, но и в том, как происходит эта очистка, т. е. истинный экологический эффект капитальных вложений в водоохраные мероприятия зависит от степени снижения наиболее опасных в экологическом отношении показателей загрязнения. Такими показателями, как было указано в главе 4, являются БПК₅, NH₄, нефтепродукты и растворенный кислород.

В свою очередь, каждый из названных показателей имеет различную степень способности загрязнения вод. Результаты по определению весов показателей и обобщенных коэффициентов загрязнения приведены в главе 4. По разработанной нами методике определены аналогичные обобщенные коэффициенты по наиболее загрязненным рекам республики за период 1966—1985 гг. Использование этого показателя, на наш взгляд, дает эффективность капитальных вложений более реально, чем использование мощностей биологической очистки или длины участков рек с различной степенью годности к использованию в хозяйственных нуждах.

Абсолютная экологическая эффективность капитальных вложений (не отражающая уровень соответствующих текущих затрат), определена по формуле (24).

Результаты расчетов показаны на рис. 15. Сопоставление графиков экологической эффективности капиталовложений подтверждает сделанный ранее вывод о том, что капитальные вложения начали давать определенный эффект, начиная только с 1975 г., а до этого, несмотря на сравнительное увеличение капитальных вложений эффект от них получался отрицательным, т. е. вместо уменьшения наблюдалось увеличение загрязненности водного бассейна республики.

Такое положение объясняется двумя причинами. Во-первых, общий объем капитальных вложений за VIII пятилетку сравнительно небольшой и, во-вторых, что наиболее важно, в это время бурно развивались в республике те отрасли промышленности, которые оказали наибольшее влияние на состояние водного бассейна (химическая и цветная металлургия), и резко увеличилось количество неочищенных сточных вод, сбрасываемых в водный бассейн республики.

Заканчивая изложение по эффективности капитальных вложений в водоохраные мероприятия Армянской ССР, отметим, что эта проблема требует дальнейшего своего освещения с точки зрения общей и сравнительной экономической эффективности капитальных вложений в очистные сооружения, особенно в городские биологические очистные станции (Ереван, Кировакан, Кафан, Ленинакан, Алаверди и др.).

Следует отметить также, что наметившаяся в нашей стране

Параметры загрязненности основных рек Армянской ССР
(по материалам Госкомитета СМ Арм. ССР по охране и
использованию поверхностных и подземных вод)

Река	Общая длина, в км	Загрязненная и непригодная к использованию, в км					Загрязненная, но пригодная к использованию, в км				
		1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.
Раздан	146	57,7	20,7	6,00	6,00	5,80	—	27,0	20,7	70,8	71,4
Ахуран	186	38,8	38,8	38,8	40,0	27,5	50,1	50,1	54,2	64,0	64,0
Памбак	86,0	52,9	12,0	12,0	14,0	15,5	—	26,0	26,0	36,0	39,0
Дзорaget	71,0	—	—	—	—	—	31,7	31,7	31,7	34,0	36,5
Дебед	66,0	21,0	13,5	13,5	17,0	16,4	23,4	36,5	36,5	37,0	34,5
Агстев	78,0	49,3	29,3	25,2	20,8	22,0	—	20,0	49,0	49,0	52,0
Гаварaget	24,0	10,0	10,0	10,0	4,00	4,00	4,00	14,0	14,0	14,0	14,5
Всего:	657	229,7	124,3	105,5	101,8	91,2	109,2	205,3	232,1	304,8	311,9

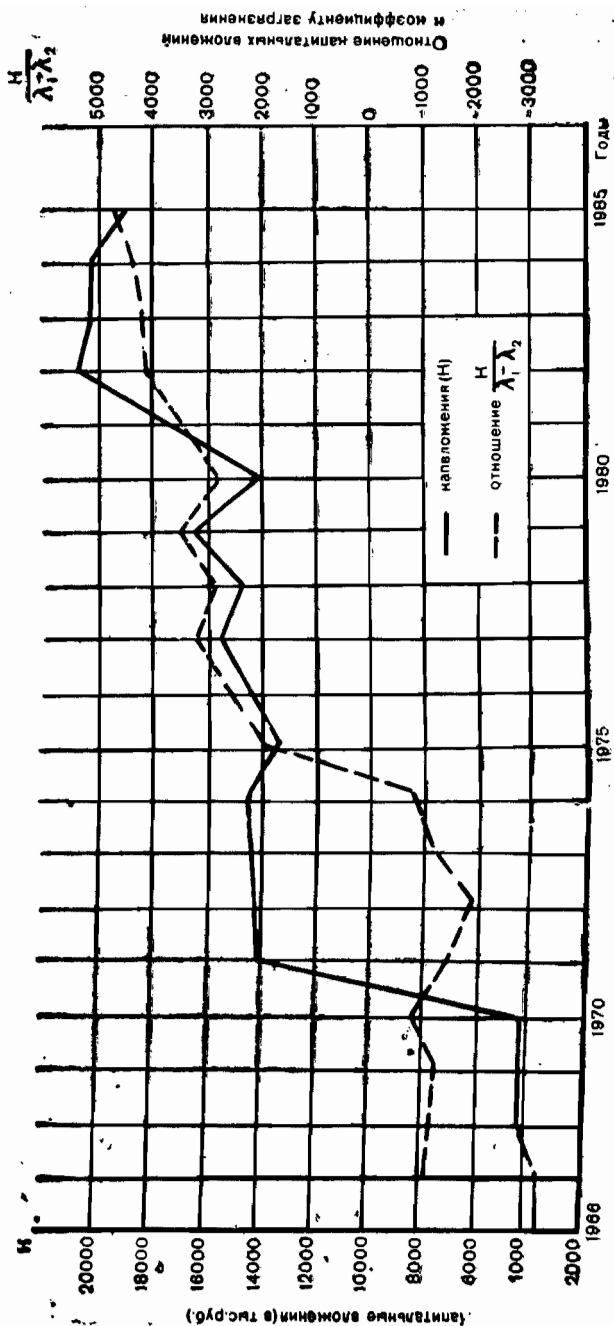


Рис. 15. Капитальные вложения в водоохранные мероприятия Армянской ССР и их абсолютная экологическая эффективность

перестройка экономического мышления, всего общественного сознания под углом зрения стратегии ускорения социально-экономического развития предполагает безусловную приоритетность критериев социальной эффективности и экономической безопасности перед критериями экономической эффективности. Как же в этом случае станет осуществляться сравнение вариантов хозяйственных решений?

Решение вопроса, на наш взгляд, должно осуществляться следующим образом. Исходя из стратегических и этапных задач должно быть осуществлено ранжирование целей. К высшим рангам следует отнести социальные цели и требования экономической безопасности, к низшему рангу—максимизацию экономической эффективности. Варианты хозяйственных решений первоначально должны проверяться на соответствие социальным целям и требованиям экологической безопасности, а затем сравниваются только социально и экологически допустимые (и в этом смысле эффективные) варианты. Должен побеждать самый экономичный из числа социально-эффективных и экологически допустимых.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Коренное решение водохозяйственных проблем Армянской ССР возможно только при рациональном использовании и охране природных вод. Это связано не только с непрерывно растущими масштабами водопользования и продолжающимся загрязнением вод, но и с прогрессирующим дефицитом водных ресурсов республики. Эта проблема, по существу, затрагивает все отрасли народного хозяйства. Охрана вод от загрязнения не только важнейшая социальная задача, но и одновременно серьезный фактор повышения эффективности общественного производства.

Уже в настоящее время развитие орошаемого земледелия и промышленности привели к необходимости проведения ряда водохозяйственных мероприятий по регулированию и локальному перераспределению водных ресурсов, в дальнейшем объем этих работ станет все больше и больше.

Осуществление комплекса водохозяйственных мероприятий по регулированию и перераспределению стока невозможно без огромных капиталовложений, между тем существенно снижается эффективность этих капиталовложений. При отсутствии комплексного подхода использования вод, неразработанности в осуществлении научных рекомендаций в области социально-экономической политики рационального водопользования. В условиях же ограниченных водных ресурсов Армянской ССР четкое и оперативное распределение вод между отдельными потребителями возможно лишь на основе текущих и перспективных водохозяйственных балансов и при условии точного учета имеющихся водных ресурсов, их потерь, количества возвратных вод, планирования и экономического стимулирования рационального водопользования.

Несвоевременное выделение средств на проведение водоохраных мероприятий не только обуславливает в будущем необходимость значительно больших затрат на устранение негативных последствий, но вызывает сегодня и в перспективе невосполнимый экономический ущерб.

В специфических маловодных и малоземельных условиях, а также бурном развитии экономического потенциала республики, Генеральные схемы комплексного использования и охраны водных

ресурсов необходимо составлять не на 15—20 лет, как это делается в настоящее время, а на существенно большие сроки—30—40 лет. Здесь одной из актуальных должна остаться задача обоснования размещения новых производств с учетом водного фактора, которая из-за отсутствия достаточно обоснованных эколого-экономических рекомендаций не всегда учитывается в прогнозных расчетах.

Водная проблема Армянской ССР требует коренного изменения принципов использования и охраны вод: регулирование имеющегося стока подземных и наземных вод, всемерное сокращение удельного водопотребления в промышленности и сельскохозяйственном производстве, снижение водоемкости промышленности, перевод ныне водоемких в менее водоемкие на базе новой технологии, резкое уменьшение, а в перспективе и полное прекращение сброса сточных вод за счет перехода к безотходным системам производства, создание автоматизированных систем по управлению количеством и качеством воды, потребляемой различными водопользователями, решение демографических и социально-экономических проблем с учетом водного фактора, совершенствование и использование экономических стимулов для рационального водопользования и охраны вод от загрязнения, засорения и истощения, строжайшая экономия использования вод во всех отраслях народного хозяйства, поиск новых источников воды на территории республики, проведение широкого круга научных исследований и осуществление их результатов по устранению негативных последствий антропогенного воздействия на водную среду.

Учитывая чрезвычайно напряженную водохозяйственную обстановку республики в ближайшее время, уже сейчас необходимо приступить к научным и проектным разработкам по переброске некоторых вод в Армянскую ССР из других регионов страны.

Интенсивное использование водных ресурсов ставит перед наукой конкретные проблемы по развертыванию исследований по рациональному использованию и охране вод от загрязнения и истощения. К сожалению, в названном направлении исследования в Армянской ССР ведутся крайне неудовлетворительно. Многие важнейшие вопросы не находят места в планах работ учреждений Академии наук и ведомственных научно-исследовательских институтах республики. В связи с этим возникает необходимость создания такого научного центра, который мог бы все эти взаимосвязанные и взаимообусловленные проблемы научно обосновать, скоординировать и решать в масштабе республики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Авакян А. Б. Водные ресурсы СССР, их рациональное использование и охрана.—М.: Знание, 1975, с 15—22.
- 2 Актуальные вопросы экономики природопользования (за «круглым столом» журнала «Вопросы экономики»).—Вопросы экономики, 1980, № 2, с. 104.
- 3 Актуальные проблемы изменения природной среды за рубежом.—М.: Изд. МГУ, 1976, с. 43—78.
- 4 Александрян Г. А. Атмосферные осадки в Армянской ССР.—Ереван: Изд. АН Армянской ССР, 1971, с. 171.
- 5 Алексеевский Е. Е. Водные ресурсы СССР. Проблемы их эффективного использования и охраны.—Водные ресурсы, 1972, № 2, с. 7—25.
- 6 Багдасарян А. Б. Климат Армянской ССР.—Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1958.—с. 138.
- 7 Баграмян Г. А. Прошлое, настоящее и будущее Севана.—Ереван, Айастан, 1971.—с. 30.
- 8 Беличенко Ю. П., Лаптев И. П. Проблемы охраны водных ресурсов.—Томск: Изд. Томского университета, 1978.—131 с.
- 9 Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок.—М.: Статистика, 1980.—263 с.
- 10 Боровских С. Л. Планирование природопользования: (вопросы методологии).—М.: Экономика, 1979.—168 с.
- 11 Важнов А. Н. Средний многолетний сток рек Армянской ССР и его внутригодовое распределение.—Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1959.—155 с.
- 12 Валесян В. П. Исследование стока горных рек Армянской ССР.—М.: Изд. АН СССР, 1955.—180 с.
- 13 Валесян Л. А.—Производственно-территориальный комплекс Армянской ССР.—Ереван: Айастан, 1970.—376 с.
- 14 Ванесян В. К. Внутригодовое распределение стока.—В кн.: Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 9, вып. 2. Л., 1973, с. 172—203.
- 15 Вардудян Г. Г. Современное состояние и будущее озера Севан.—Метеорология и гидрология, 1973, № 10, с. 94—103.
- 16 Вардудян Г. Г. Водные ресурсы Араратской долины и их комплексное использование в перспективе.—Водные ресурсы, 1977, № 3, с. 34—44.
- 17 Вельнер Х. А. Охрана вод Балтийского моря от загрязнения.—В кн.: Водные ресурсы и окружающая среда.—М.: Изд. МГУ, 197, с. 16—29.

- 18 Вендров С. Л. Проблемы преобразования речных систем СССР.—Л.: Гидрометеониздат, 1979.—207 с.
- 19 Вендров С. Л., Коронкевич Н. И., Субботин А. И. Проблемы малых рек.— В сб.: Вопросы географии. 118. Малые реки.—М.: Мысль, 1981, с. 11—18.
- 20 Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза.—Л., Гидрометеониз, 1967.—169 с.
- 21 Восканян А. Е. Норма и изменчивость годового стока.—В кн.: Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 9, вып. 2, Л., 1973, с. 140—171.
- 22 Воскресенский К. П. Водные ресурсы и водообеспеченность СССР.— В кн.: Водные ресурсы и окружающая среда.—М.: Изд. МГУ, 1977, с. 36—43.
- 23 Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценка экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды.—М., 1983—124 с. (Одобрена постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР и Президиума АН СССР от 21 октября 1983 г. № 254/284/134) (ротапринт).
- 24 Габриелян Г. К. Жемчужный Севан.—Мысль, 1978.—109 с.
- 25 Геология Армянской ССР, т. 8: Гидрогеология.—Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1974.—392 с.
- 26 Геология СССР, т. 43. Армянская ССР, ч. I: геологическое описание.—М.: Недра, 1970.—44 с.
- 27 Гидрогеология СССР. Т. II, Армянская ССР.—М.: Недра, 1968.—351 с.
- 28 Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов.—М.: Энергоиздат, 1982, 3.—208.
- 29 Гофман К. Г. Экономическая оценка природных ресурсов и уровня загрязнения окружающей среды (вопросы теории и методологии). Автореферат дисс. на соискание уч. степени д-ра экон. наук.—М.: 1975—56 с.
- 30 Долгополов К. В., Федорова Н. Ф. Вода—национальное достояние.—М., 1973, с. 34.
- 31 Зайков Б. Д., Беликов С. Ю. Средний многолетний сток рек СССР. Труды ГГИ, вып. 2, 1937.
- 32 Зарубаев Н. В. Комплексное использование и охрана водных ресурсов.—Л.: Стройиздат, 1976.—223 с.
- 33 Затаева Э. Г. История платы за воду.—В кн.: Рентные платежи в СССР.—М., 1974, с. 186—210.
- 34 Зекцер И. С. Закономерности формирования подземного стока и научно-методические основы его изучения.—М.: Наука, 1977.—173 с.
- 35 Калинин Г. П. Проблемы глобальной гидрологии.—Д.: Гидрометеониздат. 1968.—377 с.
- 36 Караушев А. В., Скакальский Б. Г. Актуальные проблемы исследования качества поверхностных вод—Метеорология и гидрология, 1973, № 10, с. 73—81.
- 37 Коля Р. Проблемы воды.—В сб.: Будущее науки.—М.: Знание, вып. 3, 1970.

- 38 Комплексное использование и охрана водных ресурсов (И. И. Бородавченко, И. Н. Лозановская, Д. С. Орлов, В. И. Михура).—М.: Колос— 175 с.
- 39 «Курьер ЮНЕСКО». Март, 1978, с. 3—75.
- 40 Ласкорин Б. Н., Громов Б. В., Цыганков А. П., Семин В. Н. Проблемы развития, безотходных производств.—М.: Стройиздат, 1981, с. 27—39.
- 41 Либерман Б. Н. О показателях эффективности мероприятий по охране окружающей среды.—Вестник статистики, № 4, 1979, с. 33—34.
- 42 Левин А. Н. Водный фактор в размещении промышленного производства.—М.: Стройиздат, 1973.—166 с.
- 43 Лисичкин С. М. Проблемы энергетических ресурсов.—В сб.: Экономика и организация отраслей тепловой промышленности.—М.: ВИНТИ АН СССР, 1968, с. 25—43.
- 44 Лойтер М. Н. Природные ресурсы и эффективность капитальных вложений.—М., Наука, 1974, с. 180—200.
- 45 Львович А. И. Защита вод от загрязнения.—Л.: Гидрометеониздат, 1977.—168 с.
- 46 Львович М. И. Мировые водные ресурсы и их будущее.—М.: Мысль, 1974.—448 с.
- 47 Макаренок Ф. А. О подземном питании рек. Труды лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР, т. 1, с. 67—71.
- 48 Материалы октябрьского (1984 г.) пленума ЦК КПСС. Доклад председателя Совета Министров СССР Н. А. Тихонова на пленуме. Газета «Правда», 24 октября, 1984.
- 49 Материалы ноябрьского (1984 г.) пленума ЦК КП Армении. «Газета «Коммунист», 24 ноября 1984 г.
- 50 Матлин Г. М. Экономическая оценка водообеспечения и оценка воды как природного ресурса.—В кн.: Проблемы регулирования и использования водных ресурсов.—М.: Наука, 1973, с. 193—207.
- 51 Методологические вопросы определения социально-экономической эффективности новой техники.—М.: Наука, 1977, с. 33.
- 52 Минц А. А. Экономическая оценка естественных ресурсов.—М.: Мысль, 1972.—237 с.
- 53 Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли.—Л.: Гидрометеониздат, 1974.—637 с.
- 54 Михайлов С. В. Мировой океан и человечество. М.: Экономика, 1969, с. 25—67.
- 55 Мовсесян С. А. Роль минерально-сырьевой базы в развитии производительных сил Армянской ССР.—Ереван: Айастан, 1981, с. 163—189.
- 56 Мусаелян С. М. Ресурсы поверхностных вод СССР: Основные гидрологические характеристики, т. 9, вып. 2, Л., 1967, 230 с.
- 57 Мусаелян С. М. О выделении подземного стока на гидрографах горных рек (на примере Армянской ССР).—Метеорология и гидрология, 1969, № 4, с. 67—72.

- 58 Мусаелян С. М. Источники питания рек Армянской ССР.—В сборнике работ по гидрологии, ГГИ, № 9, 1970, с. 252—257.
- 59 Мусаелян С. М., Исаакян С. Г., Вартанян Г. И. Защитим реку Дебет от загрязнения.—Ереван: Природа Армении, 1975, вып. 1(31), с. 15.—17.
- 60 Мусаелян С. М. Водохозяйственный баланс.—В кн.: Развитие народного хозяйства Армянской ССР на долгосрочную перспективу.—Ереван: НИИ экономики и планирования при Госплане Арм. ССР, 1976, с. 57—64 (роптапринт).
- 61 Мусаелян С. М., Закарян М. М. Размещение производительных сил в Севанском бассейне с учетом охраны озера Севан и его бассейна.—В кн.: Размещение производительных мощностей и задачи охраны окружающей среды.—Ереван, Айастан, 1978, с. 120—125.
- 62 Мусаелян С. М. Бережно использовать водные ресурсы.—Ереван: Знание 1979.—31 с. (на армянском языке).
- 63 Мусаелян С. М. О некоторых вопросах межреспубликанских перебросок воды в Закавказском экономическом районе.—В кн.: Межреспубликанские экономические связи: ввоз—вывоз.—Ереван, Айастан, 1980, с. 65—72.
- 64 Мусаелян С. М., Погосян Ю. М. Рациональнее использовать водные ресурсы республики.—Ереван: Промышленность Армении, 1982, № 5, с. 50—52.
- 65 Мусаелян С. М. Вопросы экономической оценки природных ресурсов.—Ереван: Народное хозяйство Армении, 1982, № 2, с. 61—66 (на армянском языке).
- 66 Мусаелян С. М. Совершенствование экономических стимулов—залог охраны и рационального использования водных ресурсов.—Ереван: Народное хозяйство Армении, 1983, № 7, с. 34—42 (на армянском языке).
- 67 Мусаелян С. М. Некоторые природоохранные вопросы в Армянской ССР.—Ереван: Народное хозяйство Армении, 1984, № 5, с. 52—60 (на армянском языке).
- 68 Нельсон-Смит А. Загрязнение моря нефтью.—Л.: Гидрометеониздат, 1973 124 с.
- 69 Олдак П. Д. Задачи построения комплексной программы мер по сохранению окружающей среды.—Новосибирск: Наука, Сиб. отд. 1977.—с. 20—32.
- 70 Островский Д. А. Актуальные задачи сотрудничества стран—членов СЭВ в области водного хозяйства.—М.: Бюллетень по водному хозяйству СЭВ, 1969, № 1(4).
- 71 Оптимизация природопользования. Сборник.—М.: Знание, 1948.—96 с.
- 72 Охрана водных ресурсов.—М.: Колос, 1979.—247 с.
- 73 Охрана окружающей среды.—М.: Экономика, 1977, с. 59.
- 74 Охрана окружающей среды (модели управления чистотой природной среды). Под ред. К. Г. Гофмана и А. А. Гусева.—М.: Экономика, 1977 231 с.
- 75 Охрана природных ресурсов Армянской ССР (под ред. Э. Г. Буннятыана) Ереван, Айастан, 1982, с. 95—120.

- 76 Петросян Г. П. Рациональное использование земельных ресурсов Армянской ССР.—Ереван: Изд. АН Армянской ССР, 1965.
- 77 Подземный сток на территории СССР (под редакцией Б. И. Куделкина).—М.: Изд. МГУ, 1966.—303 с.
- 78 Положение о государственном учете вод и их использовании.—М.: Гидрометеониздат, 1975.—6 с.
- 79 Попов О. В. Подземное питание рек.—Л.: Гидрометеониздат, 1968.—292 с.
- 80 Принципы оценки эксплуатационных ресурсов подземных вод в речных долинах.—М.: Изд. МГУ, 1978.—228 с.
- 81 Процессы загрязнения и самоочищения рекн Москвы.—М.: Стройиздат, 1972.—157 с.
- 82 Раткович Д. Я. Многолетние колебания годового стока.—Л.: Гидрометеониздат, 1976.—254 с.
- 83 Региональная оценка подземного питания рек СССР (под редакцией О. В. Попова, А. И. Чеботарева).—Л.: Гидрометеониздат, 1968.—176 с. (Труды ГГИ, вып. 154).
- 84 Результаты комплексных исследований по Севанской проблеме.—Ереван: Изд. АН Арм. ССР, т. I, 1961, 458 с., т. 2, 1962, 256 с., т. 3, 1962, 331 с.
- 85 Рекомендации по расчету экономической эффективности научно-технических мероприятий в области очистки природных и сточных вод.—М.: ВОДГЕО, 1979 (ротапринт).
- 86 Рекомендации по приведению рядов речного стока и их параметров к многолетнему периоду.—Л.: Гидрометеониздат, 1979, 64 с.
- 87 Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик.—Л.: Изд. ГТИ, 1973.—111 с.
- 88 Румянцев А. М. Комплексное использование водных ресурсов в социалистических странах.—М.: Энергия, 1975.—207 с.
- 89 Соколов А. А. Гидрография СССР.—Л.: Гидрометеониздат, 1964, с. 10—25.
- 90 Соколов А. А. Исследование водных ресурсов и водного баланса земного шара.—В кн.: Некоторые вопросы современной научной и прикладной гидрологии. Ч. I.—М.: Изд. МГУ, 1981, с. 35—43.
- 91 Социалистическое природопользование: экономические и социальные аспекты (под. ред. Н. Н. Некрасова и Е. Матеева).—София. Партиздат, М.: Экономика, 1980, с. 164.
- 92 Степанов В. Н. Откуда возникла угроза водного голода.—В кн.: Водный голод планеты.—М.: Знание, 1969, с. 9.
- 93 Струмилин С. Г. О цене «здоровых благ» природы.—Вопросы экономики, № 8, 1967, с. 60—72.
- 94 Тахтаджян А. Л. Растительный мир Армении.—Ереван: Изд. АН Армянской ССР, 1946.—48 с. (на армянском языке).
- 95 Томс Г. Экономические мероприятия в ГДР, стимулирующие поддержание в надлежащем санитарном состоянии водных ресурсов и их рациональное использование.—М.: Бюллетень по водному хозяйству СЭВ, 1972, № 9, с. 85.

- 96 Уайт Г. Водные ресурсы США. Проблемы их использования.—М.: Прогресс, 1973.—189 с.
- 97 Фаворин Н. Н. Искусственное пополнение подземных вод.—М.: Наука, 1967.—198 с.
- 98 Федоренко Н. П., Лемешев М. Я., Гофман К. Г. Актуальные вопросы экономики природопользования.—М.: Экономика, 1977, с. 35—64.
- 99 Федоренко Н. П. Природопользование в системе социалистического воспроизводства.—М.: Знание, 1979,—48 с.
- 100 Фюрон Р. Проблемы воды на Земном шаре.—Л.: Гидрометеониздат, 1966, с. 230—256.
- 101 Хачатуров Т. С. Экономика природопользования.—М.: Экономика. 1982, с. 110—125.
- 102 Человек, общество и окружающая среда.—М.: Мысль, 1973—439 с.
- 103 Шагинян М. В., Мнацаканян Б. П. Водный режим рек.—В кн.: Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 9, вып. 2, Л., 1973, с. 88—129.
104. Шагинян М. В. Гидрологическое районирование бассейна р. Аракс.—В кн.: Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 9, вып. 2, Л., 1973, с. 129—140.
- 105 Шикломанов И. А. Антропогенные изменения водности рек.—Л.: Гидрометеониздат, 1979.—300 с.
106. Экономика использования водных ресурсов.—Киев: Наукова думка, 1980, с. 20—75.
- 107 Bertione K. K., Goldberg E. D. Fossil fuel combustion and the major Sedimentary cycle.
"Sci.", 1971, vol. 173, № 3993.
- 108 Escande L. Water and energy 50 years from now.
"Ann. N. Y. Acad. Sci.", 1971, № 884.
- 109 Global effects of environmental pollution Dordrecht, 1970.
- 110 Landsberg H. H. A. A disposal feast. "Yourn. Sci. Water Conservation", 1970, № 5.
- 111 Mans impact on the global environment, Cambridge, Mass., 1970.
- 112 The availability and of ground water.
"Water Well journ", 1970, № 7.
- 113 Volk D. Ein Vorhang Luft gegen öl.
"Umwelt", № 2, 1973.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
ГЛАВА 1. НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	9
1.1. Социально-экономические факторы водопользования	9
1.2. Географические факторы водопользования	12
1.3. Загрязнение природных вод	17
1.4. Очистка и обезвреживание сточных вод	21
1.5. Проблема малых рек	26
1.6. Основные водохозяйственные проблемы Закавказья	31
1.7. Социально-экономическая характеристика Армянской ССР	33
ГЛАВА 2. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ АРМЯНСКОЙ ССР	40
2.1. Физико-географические условия формирования водных ресурсов	40
2.2. Гидрографические особенности рек	49
2.3. Гидрологический режим	54
2.4. Водные ресурсы рек	57
2.5. Ресурсы подземных вод	69
2.6. Ресурсы минеральных вод, озер и водохранилищ	80
ГЛАВА 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ АРМЯНСКОЙ ССР	86
3.1. Общая характеристика использования водных ресурсов	86
3.2. Сельскохозяйственные водные мелнорации	88
3.3. Водоснабжение населенных мест	94
3.4. Промышленное водоснабжение, Энергетика	98
ГЛАВА 4. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОХРАНА ПОВЕРХНОСТ- НЫХ ВОД АРМЯНСКОЙ ССР ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ	101

4.1. Современное экологическое состояние речных вод	101
4.2. Разработка методики эколого-экономического картирования загрязненности водных объектов	117
4.3. Интегральная оценка загрязненности водных объектов	121
ГЛАВА 5. ПРОБЛЕМА ОЗЕРА СЕВАН	126
5.1. Использование вод озера	126
5.2. Современное экологическое состояние озера	135
5.3. Мероприятия по улучшению экосистемы озера	145
ГЛАВА 6. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ БАЛАНСЫ И ОСНОВНЫЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АР- МЯНСКОЙ ССР	151
ГЛАВА 7. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗО- ВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	161
7.1. Экономическая оценка водных ресурсов	161
7.2. Цена воды и проблема платы за водопользование	166
7.3. Штраф за сброс сточных вод и принципы его построения	173
7.4. Об эффективности введения платы за водопользование	177
7.5. Экономический ущерб от загрязнения водных объектов	179
ГЛАВА 8. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПИ- ТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В ВОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИ- ТИЯ АРМЯНСКОЙ ССР	181
8.1. Современное состояние определения эффективности капи- тальных вложений в водоохранные мероприятия	181
8.2. Эколого-экономическая эффективность, определенная по росту объема очищаемых сточных вод	190
8.3. Эколого-экономическая эффективность, определенная по показателю улучшения качества воды рек и водоемов	192
Заключение	196
Литература	198

МУСАЕЛЯН САРКИС МОВСЕСОВИЧ

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ АРМЯНСКОЙ ССР

(использование, охрана, экономика)

Представлено к изданию
кафедрой физической географии ЕГУ

Редактор издательства **С. В. Авакян**
Художественный редактор **Н. А. Товмасьян**
Технический редактор **А. С. Алвряян**
Контрольный корректор **А. А. Абрамян**

ИБ—815

Сдано в набор 3.10.1988 г. Подписано к печати 4.05.1989 г.

ВФ 01327.

Шрифт «Литературный». Способ печати «Высокая».

Издательских 13,1 листа. Печатных 13,0 листа=12,1 условным листам.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага № 1.

Тираж 1000. Заказ 1476. Цена 2 р. 70 к.

Издательство Ереванского университета. Ереван, ул. Мравяна. № 1.

Типография Ереванского университета, Ереван, ул. Абовяна № 52.