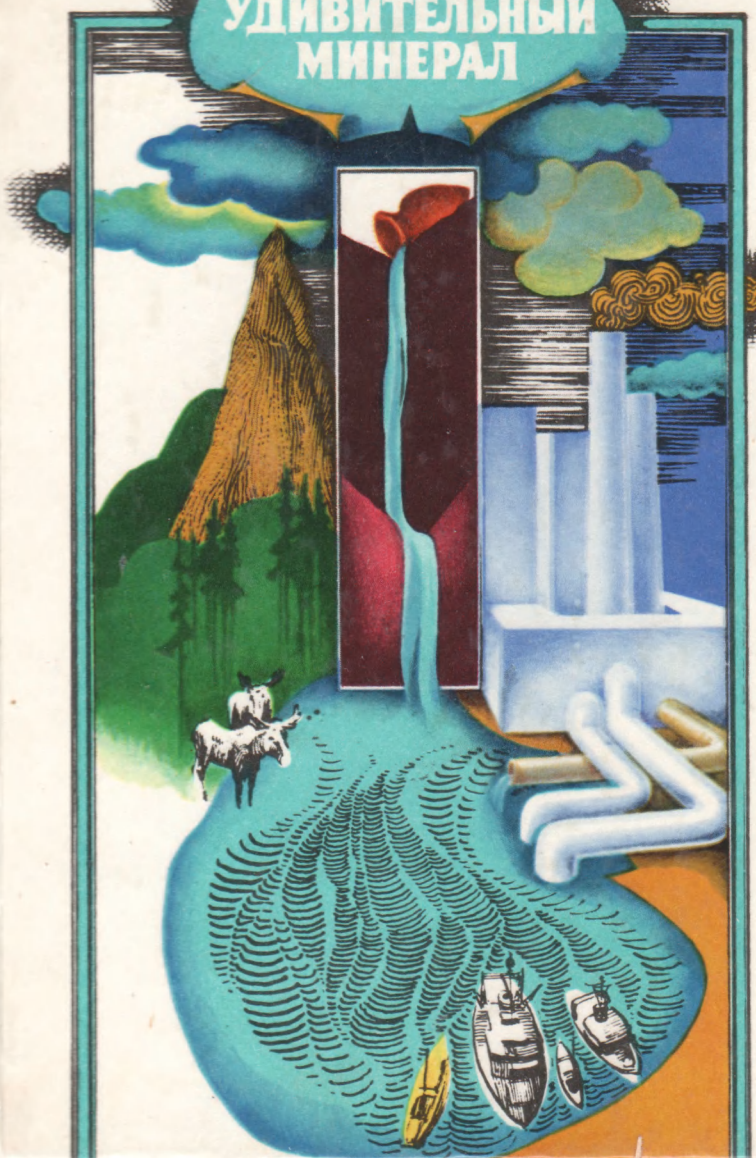


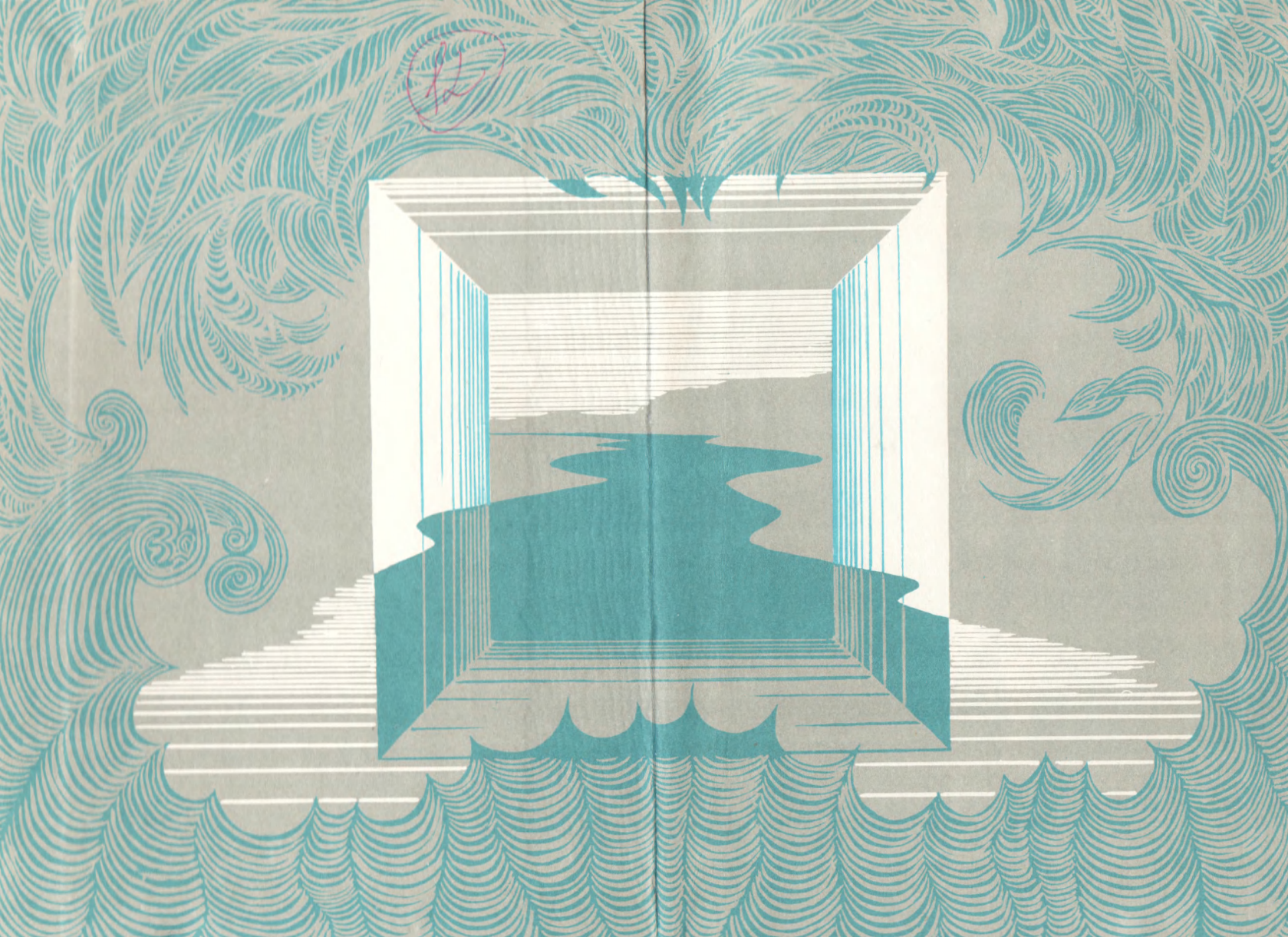
САМЫЙ УДИВИТЕЛЬНЫЙ МИНЕРАЛ

А.М.ЧЕРНЯЕВ

А.М.ЧЕРНЯЕВ

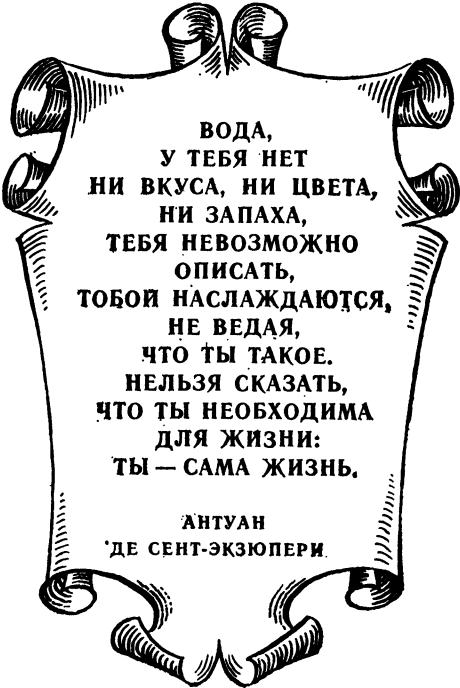
САМЫЙ УДИВИТЕЛЬНЫЙ МИНЕРАЛ







А. М. Черняев
Самый
удивительный
минерал



ВОДА,
У ТЕБЯ НЕТ
НИ ВКУСА, НИ ЦВЕТА,
НИ ЗАПАХА,
ТЕБЯ НЕВОЗМОЖНО
ОПИСАТЬ,
ТОБОЙ НАСЛАЖДАЮТСЯ,
НЕ ВЕДАЯ,
ЧТО ТЫ ТАКОЕ.
НЕЛЬЗЯ СКАЗАТЬ,
ЧТО ТЫ НЕОБХОДИМА
ДЛЯ ЖИЗНИ:
ТЫ — САМА ЖИЗНЬ.

АНТУАН
'ДЕ СЕНТ-ЭКЗЮПЕРИ.

А.М. ЧЕРНЯЕВ
**САМЫЙ
УДИВИТЕЛЬНЫЙ
МИНЕРАЛ**



**ЧТО
МЫ
ЗНАЕМ
О
ВОДЕ**

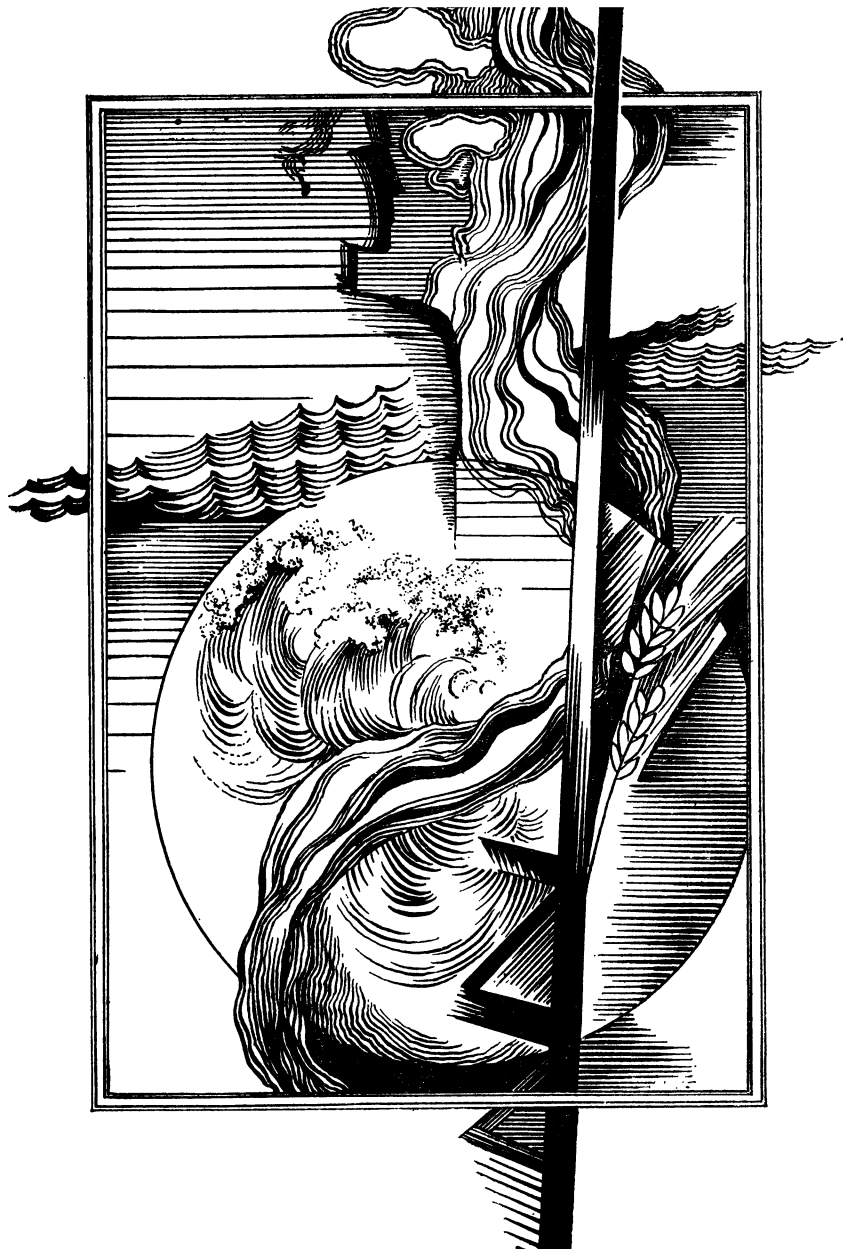
Свердловск
Средне-
Уральское
книжное
издательство
1980

551.49
Ч-49

*Рецензент А. А. Малахов,
доктор геолого-минералогических
наук*

Ч 20806—032
М158(03)—80

© Средне-Уральское
книжное издательство, 1980



О чем эта книга

Двадцатый век многое принес человечеству, одна из его примет — мы вступили в эпоху активного преобразования природы.

Однако наряду с неоспоримыми научно-техническими победами на этом пути возникли непредвиденные отрицательные последствия. Это в значительной мере относится к водным ресурсам: увеличивается сброс загрязненных и недостаточно очищенных стоков в реки, озера, моря, потребность в чистой воде растет из года в год.

Химизация сельского хозяйства отрицательно, повлияла на природу, и прежде всего на водную оболочку Земли. Для борьбы с вредителями растений были необходимы эффективные средства, так как убытки составляли 75 миллиардов долларов, а это, как подсчитали ученые, половина стоимости сельскохозяйственной продукции всей планеты.

Только в нашей стране химические средства защиты ежегодно сохраняют продукцию на сумму пять-семь миллиардов рублей. Высокая эффективность пестицидов привела к тому, что масштабы их применения расширились. А это, в свою очередь, сказалось на воде. Мертвы и ядовиты Великие американские озера, реки По, Рейн, Миссисипи. Есть и у нас загубленные водоемы.

Загрязнение природных вод наносит громадный материальный ущерб народному хозяйству. И тем не менее это лишь одна сторона вопроса. Другая, не менее острая, — чисто физическая нехватка пресной воды в отдельных районах земного шара, нашей страны и, наконец, на Урале. Воды и раньше не

хватало, но это было уделом пустынных и полупустынных областей. Теперь дефицит в пресной воде испытывают районы, имеющие на первый взгляд достаточные водные ресурсы. Обеспечение водой превратилось в проблему, от успешного решения которой зависит улучшение культурно-бытовых условий жизни людей и дальнейшее развитие народного хозяйства.

Не секрет, что появились пессимистические прогнозы, согласно которым пресной воды человечеству хватит лишь на ближайшие 100—150 лет. Если население будет расти прежними темпами, промышленное и сельскохозяйственное производство развиваться так же, как до сих пор, объем потребления свежей воды будет удваиваться примерно каждые восемь-десять лет и уже к 2100 году превысит все естественные ресурсы. Это беспокоит ученых и инженеров, политических и общественных деятелей, ведутся поиски принципиально новой технологии использования воды в разнообразных производственных процессах.

Что мы знаем о воде? Почему именно она оказалась тем единственным в своем роде веществом, без которого не может обойтись ни одна сфера человеческой деятельности?

Чтобы понять это, постараемся осмыслить, какое влияние она оказывает на окружающий мир, на нашу повседневную жизнь. Это влияние велико и многообразно. Созерцая воду, мы не замечаем всей необычности ее свойств. А ведь она, как установили ученые, самая удивительная жидкость на свете, до сих пор люди открывают все новые и новые качества воды.

«Вероятно, трудно поверить,— пишет советский ученый В. Ф. Дерпгольц,— что нет такого природного тела на Земле, будь то металл или минерал, растение или животное, газ, жидкость или твердое

тело, которое не содержало бы воды, и притом при любой температуре. Водой проникнуто все — она «всюдна». Огненная магма, изливающаяся из жерл вулканов, и та содержит воду, и притом не в малом количестве — до 12 процентов, иногда и более»¹.

Мы говорим: вода — величайшее богатство нашей планеты. Более того, без воды невозможно существование всего, что на ней находится, что живет и развивается. Почему же всемогущая природа в бесконечном своем многообразии выбрала именно это вещество и с его помощью сделала Землю такой, какой мы ее знаем, на которой живем, работаем, творим?

Что из себя представляет вода? Какую роль она играет в развитии планеты, жизни человеческого общества? Об этом мы расскажем на страницах книги.

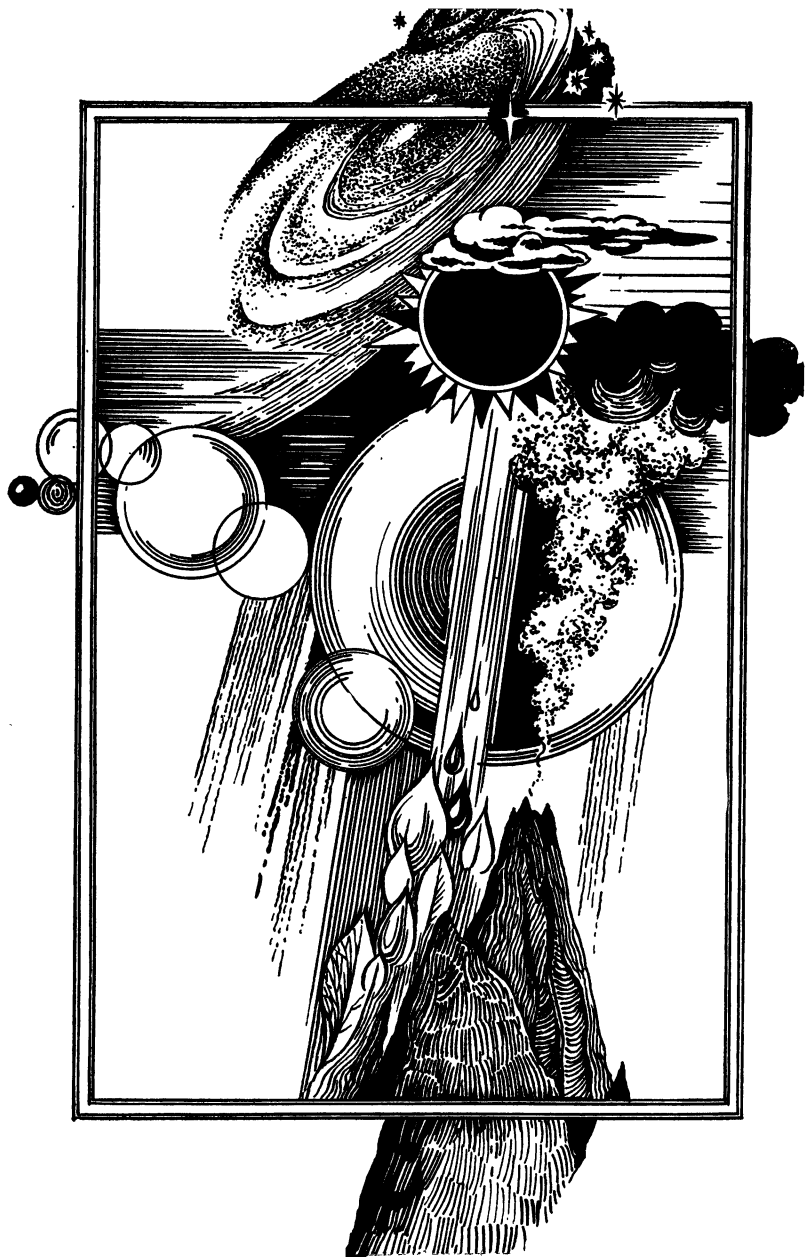
В последние годы водным проблемам много внимания стали уделять и у нас на Урале. А ведь Урал водой не беден: вспомните описание наших многочисленных рек — Чусовой, Урала, Камы, Лозьвы, Сосьвы, Сакмары и многих других, озер — Увильды, Тургояка, Иткуля, Аятского. Известен опыт старых уральских мастеров по созданию прудов и водохранилищ. И все же мы ощущаем нехватку воды, беднеют реки, снижаются рыбные запасы. Всем памятни 1974—1977 годы, когда сложилось особенно тяжелое положение с обеспечением водой населения, промышленности, сельского хозяйства. А весной 1979 года на Среднем Урале реки вышли из берегов, некоторые города и поселки подверглись наводнению. Почему все это происходит? И об этом мы поговорим.

Урал — один из тех немногих регионов, где использование воды имеет свои, отличные от других особен-

¹ Дерпгольц В. Ф. Вода во Вселенной. Л., «Недра», 1974, с. 11.

ности. Как же сегодня решаются вопросы обеспечения населения и народного хозяйства, в чем трудности и как их преодолеть? И об этом вы прочтете в книге. Наконец, многих интересует, как будет строиться уральское водное хозяйство в дальнейшем, что делается по надежному обеспечению водой населения, промышленности, сельского хозяйства, что предпринимается для оздоровления рек, кто этим занимается. И такие сведения вы найдете в книге.

Итак, приглашаем в мир воды.



УДИВИТЕЛЬНЫЙ МИР ВОДЫ

«Вода пропитывает Землю и проникает в нее повсеместно — изнутри, извне, сверху, по соединяющим жилам, разбегающимся во всех направлениях, вырывается на самые высокие горные вершины и там, подгоняемая пневмой («духом») и вытесняемая тяжестью земли, изливается, словно из фонтана; представляется, что воде никогда не угрожает излиться вниз; напротив, она прорывается на возвышенности и горные вершины. Вот почему моря никогда не переполняются от каждодневного притока речной воды»¹.

Так, еще в XVI веке Леонардо да Винчи воспринимал и описывал удивительный и могущественный мир воды. Это могущество художественно изобразил Виктор Гюго: «Ветер таит в себе загадку. Как и море. Оно так же сложно: под видимыми волнами оно скрывает другие невидимые волны энергии. Море заключает в себе все что угодно. Из всех беспорядочных смесей океан — самая неделимая и самая необозримая.

Постарайтесь дать себе отчет в этом хаосе, таком необъятном, что он сливается с горизонтом. Океан — водоприемник земного шара, резервуар для его оплодотворения, тигель для превращения. Он собирает, потом расточает; копит, потом обсеменяет; пожирает, потом созидает. В него вливаются все сточные воды земли, и он хранит их, как сокровища. Он тверд в ледяном заторе, жидок в волне, газообразен в ис-

¹ Азиз К. Бисвас. Человек и вода. Л., Гидрометеониздат, 1975, с. 105.

парениях. Как материя — он масса; как сила — он нечто отвлеченное. Он уравнивает и сочетает явления природы. Он упрощает себя, сливаясь с бесконечностью. Он все перемешивает, взбаламучивает и так достигает прозрачности. Многообразие составляющих его элементов исчезает в его единстве. Их в нем столько, что он тождествен им. Он весь в единой своей капле. Он само равновесие, ибо до краев полон бурь. Платон видел пляску сфер; в необъятном движении Земли вокруг Солнца океан с приливами и отливами подобен шесту, которым балансирует земной шар, чтобы сохранить равновесие, — это странно звучит, но соответствует действительности»¹.

Сколько же воды на земном шаре?

1,4 квинтиллиона

Это количество трудно себе представить. Оно выражается числом 1 400 000 000 000 000 000. Один и четыре десятых миллиарда миллиардов кубометров. Примерно столько воды на поверхности земного шара.

Много это или мало? На каждого землянина приходится более 350 миллионов кубометров. Свердловску со всем его населением, многочисленными предприятиями и городским хозяйством этой воды с лихвой хватило бы почти на два года.

Как же распределяется такое неимоверное количество воды? Это наглядно показывает таблица. Более двух третей (71 процент) планеты занимают моря и океаны (в них сосредоточено 96,5 процента всех поверхностных вод), реки, озера, каналы, болота. А сколько еще воды заключено в ледниках, атмо-

¹ Гюго В. Трудники моря. Собр. соч., т. 9. М., «Худож. лит», 1955, с. 255.

Распределение воды на Земле¹

<i>Местонахождение</i>	<i>Объем, км³</i>	<i>Доля от общих земных запасов, %</i>
Мировой океан	1 338 500 000	96,53
Ледники и снег горных и полярных об- ластей	24 064 100	1,7415
Подземные воды (гравитационные, капил- лярные, в виде льда в зо- не вечной мерзлоты)	23 700 000	1,7124
Озера	176 400	0,013
Болота	11 470	0,0008
Русла рек (единовременный объем)	2 120	0,0002
Почвенная влага	16 500	0,001
Растения и животные (биологическая вода)	1 120	0,0001
Атмосфера (атмосферная вода)	12 900	0,001

¹ В таблице приведены данные, полученные в СССР в связи с осуществлением Программы Международного гидрологического десятилетия (Программа МГД).

сфере... Если бы всю воду, находящуюся только на поверхности, можно было разлить равномерно по всему земному шару, ее слой составил бы почти четыре километра!

Вода явилась ареной жизни. Когда-то растворенные в море углеводороды и аммиак, взаимодействуя с минералами при высоком давлении и воздействии мощных электрических разрядов, создали условия для образования белковых веществ, на основе которых впоследствии возникли простейшие организмы. Ученые полагают, что жизнь зародилась в воде, провела там девять десятых своей истории и только 400 миллионов лет назад живые организмы вышли на сушу.

Все живое состоит из воды и органических веществ. Известно, что человек без воды не может прожить более двух-трех дней, а потеря организмом более десяти ее процентов приводит к смерти.

Наиболее ценны для человека пресные воды рек и озер. Самое крупное в мире пресное озеро — Байкал, в нем 23 тысячи кубических километров, или 88 процентов всего объема пресных озерных вод нашей страны. Громадные запасы содержатся в заболоченных пространствах. В Советском Союзе это территории на севере Западной Сибири и северо-западе европейской части страны, здесь более трех тысяч кубических километров воды, поэтому их часто называют пятым океаном.

В нашей стране площадь ледников около 67 тысяч квадратных километров, в них поистине грандиозный резерв пресной воды — более 10 тысяч кубических километров, что в несколько раз больше годового стока всех наших рек.

Общий объем подземной воды, по приблизительным подсчетам, оценивается в 23,7 миллиона кубических километров, из них в нашей стране около тысячи. Это так называемая свободная вода, которая

перемещается по трещинам и порам горных пород. Но под землей находится еще и химически связанная вода: в известняках ее 0,8 процента, в песчаниках — 1,6, в сланцах и глинах — 5, в кристаллических породах — около 1,2 процента. Физически связанная вода присутствует в кварцевом песке, сутлинках и других породах и минералах. Выделяется она лишь при их нагревании до температуры 1200 градусов. По подсчетам ученых, ее объем — 420 миллионов кубических километров.

Если в атмосфере, на поверхности планеты и в земной коре вода находится в твердом, жидком и газообразном состояниях, то глубоко в недрах Земли — это флюид (от латинского слова «флюидус» — текучий). Ученые называют его по-разному: «водная магма», «сквозь-магматические растворы», «геологическая плазма». Условно можно сказать, что флюид — это жидкое вещество, содержащее воду и находящееся в сверхкритическом по давлению и температуре состоянии. Такое вещество нам трудно себе представить.

Если вообразить, что это вода в обычном понятии, то в тех условиях один ее кубический сантиметр весил бы 10 граммов — в десять раз больше всем нам привычной земной воды.

Вернемся ненадолго к атмосферной влаге. Две трети ее приходится на три с половиной приземных километра, а в пятикилометровом слое сосредоточено 90 процентов. Будучи полностью «вылита» на поверхность Земли, атмосферная вода образовала бы двадцатипятимиллиметровый слой вокруг всей планеты.

Как видите, в атмосфере содержится одна тысячная процента общих запасов свободной воды. Примерно 86 процентов водяного пара поступает в нее за счет испарения с морей и океанов, и только 14 испаряется с поверхности суши.

Общее количество воды в атмосфере Земли не исчерпывается только газообразной фазой (кстати, в переводе на жидкость ее здесь около 13 тысяч кубических километров). Откуда же берется вода в атмосфере Земли? В основном от испарения с площади Мирового океана, а также с суши, с листьев растений. В общем с поверхности планеты ежегодно испаряется в среднем 519 тысяч кубических километров воды, потом она возвращается дождем и снегом.

Очень неравномерно количество осадков в разных точках земного шара: в Ла-Жойа (Перу) их почти нет, зато в Черапунджи (Индия) в течение года выпадает до двух десятков метров.

Разнообразны формы влаги, с которыми человек встречается: это и вертикальные осадки — дождь и снег, и горизонтальные — облака, туман, есть еще конденсационные осадки — роса. Не только та, которую мы видим на листьях растений, но и так называемая подземная, тоже образующаяся из паров наземной атмосферы. Это капельки воды, которые конденсируются на стенках пещер, в рыхлой гальке. С подземной росой человек подружился еще в глубокой древности, используя ее для получения пресной питьевой воды.

Вода — совершенно особое творение природы. Она стала основной частью животного и растительного мира. В тканях человека ее 65—70 процентов, в бактериях — 81, в рыбе — 75, в медузе — 96 процентов. А пища, которую мы ежедневно употребляем? Она тоже содержит много воды: в огурцах — 95 процентов, в помидорах — 90, в яблоках — 85, в картофеле — 76. Отсюда ясно, почему ни человек, ни животные, ни растения просто не могут существовать без воды.

Связь живого с водой столь велика, что позволяет, по мнению академика В. И. Вернадского, рассматривать «жизнь... как особое царство природных

вод». Во всех водах биосферы, за исключением высокоминерализованных, ядовитых, сернокислых, присутствует живое вещество, даже рассол содержит микрофлору. Вот почему академик В. И. Вернадский справедливо утверждал, что «вода и живое вещество — генетически связанные части организованности земной коры».

«Возница природы»

Облик нашей планеты сложился под влиянием непрерывной разрушительной и созидательной деятельности воды. И сейчас мы видим, как морские и океанические течения беспрестанно перемешивают ее огромные массы, ветровые и тектонические волны, приливы и отливы разрушают берега, перемалывают горные породы. Вода намывает, растворяет, переносит, вновь отлагает различные минералы и горные породы.

Вспомните, к каким последствиям приводят цунами — гигантские волны, возбуждаемые подводными землетрясениями или извержениями вулканов. Высота волн цунами достигает 35 метров. Менее мощные, но постоянные волны прибоя также воздействуют на морские берега.

А деятельность рек, больших скоплений снега в горах, льда, ливней? С момента появления на планете вода все время в движении: разрушает горные породы, создает почвенный покров, формирует ландшафты, растворяет и размывает горы и целые материки, беспрестанно стремясь полностью выровнять планету. Этому противодействуют внутренние силы Земли: они вздымают равнины, дно морей становится горами, и вода вновь начинает их разрушать. Так идет этот вечный процесс.

«Возницей природы» назвал воду Леонардо да Винчи. И не зря. ~~Без воды не было бы~~ сегоднешней

Земли. Вода — вот та сила, которая на протяжении всей геологической истории Земли формировала ее облик и наконец породила жизнь.

Рождение воды

Откуда же появилась вода, наполнившая моря и океаны, реки и озера?

По распространенной гипотезе, высказанной академиком О. Ю. Шмидтом, Земля образовалась за счет сгущения холодного газопылевого облака, близкого по своему составу к метеоритам, содержащим в среднем около одного процента воды.

Первичная Земля, возникшая из твердых холодных веществ, не могла иметь ни водной, ни газовой оболочки. Образование атмосферы и гидросферы связано с выделением водяных паров и различных газов из недр Земли вследствие нагревания ее теплом, освобождавшимся при распаде радиоактивных элементов. Этого тепла было недостаточно для расплавления всей планеты, но внутренние оболочки и ядро нагрелись до весьма высоких температур (в центре ядра до 3000 градусов). В глубинных слоях Земли под влиянием веса расположенных выше пород господствуют громадные давления — до 3,5 миллиона атмосфер. Все это обусловило специфическое жидкообразное состояние вещества, в котором происходило его расслоение по удельному весу.

Академик А. П. Виноградов разработал гипотезу образования различных оболочек Земли по принципу так называемой «зонной плавки», по аналогии с процессом в доменной печи. Выглядело это приблизительно так. При нагревании разнородных пород до стадии их плавления вещество делилось прежде всего на легкоплавкие и тугоплавкие части. Летучие вещества — газы и вода — переходили в одну составляющую, облегчая ее. Под влиянием силы тяжести

шло расслоение пород. Поднимаясь вверх, легкий расплав достигал критической температуры и начинал кристаллизоваться. При этом формировались граниты, отщеплялись пары воды и газ. Поднимаясь к поверхности Земли, они постепенно охлаждались, конденсировались до воды и формировали первичный океан и первичную атмосферу. Происходила дегазация недр нашей планеты. Вот эту новорожденную воду, первый раз попавшую на поверхность планеты в результате «выплавления» (дегазации) недр Земли, в специальной литературе ученые называют ювенильной (девственной).

Выплавление, дегазация, выделение связанной воды — все эти процессы протекают под влиянием глубинного тепла; вода тем или иным способом «вытекает» на земную поверхность, образуя моря, океаны, реки, озера, а испаряясь — пары атмосферы, туманы и т. п.

Зарождение Мирового океана произошло, когда возраст нашей планеты составлял лишь несколько сотен миллионов лет (современный возраст Земли ученые определяют в четыре с половиной — пять миллиардов лет). Первоначально воды было мало, она была горячей и сильноокислой, содержала много летучих соединений водорода с галогенами. Дальнейшая жизнь Земли, интенсивный вулканизм и горообразовательные процессы, продолжающаяся дегазация недр привели к увеличению Мирового океана, изменению химического состава воды.

Последние резкие изменения химического состава океана и атмосферы, по мнению академика А. П. Виноградова, произошли два-три миллиарда лет назад, когда первые растения в процессе фотосинтеза начали выделять кислород.

Поступление ювенильной воды из недр Земли постепенно уменьшалось и сейчас в среднем составляет около одного кубического километра в год, уро-

вень Мирового океана повышается примерно на метр за тысячелетие.

Определенное количество воды формируется в высоких слоях атмосферы, где обнаружены атомы кислорода и водорода, поступающие сюда в результате мощных извержений на Солнце. За всю геологическую историю Земли таким путем ее могло поступить много, но точно оценить этот источник образования воды нельзя, слишком слабо изучен его механизм.

Советский ученый В. Ф. Дерпгольд называет еще метеоритный путь поступления воды на нашу планету. По его подсчетам, с метеоритами Земля могла получить 821 000 кубических километров воды, что равно 28 объемам Балтийского моря.

Так сформировалась водная оболочка нашей Земли.

«Вечный двигатель»

Удивительным механизмом наделена наша планета — вечным влагооборотом, который связывает воедино все природные воды, делает их ресурсы неисчерпаемыми.

Круговорот воды в природе знает каждый школьник: тучи изливаются на землю дождем, дождевая вода просачивается в почву, сквозь трещины и разломы пород протекает из одного водоносного слоя в другой и, пройдя по сложной системе природных подземных «водопроводов», выходит на поверхность в виде родников. От родников в реки текут ручьи, реки впадают в моря, вода испаряется гигантским зеркалом Мирового океана (испарение воды происходит также при течении рек в океан, с суши, с растений и т. д.), вновь собирается в тучах, и все начинается сначала. Если подходить к этому вопросу строго научно, круговорот воды — процесс не-

замкнутый: в результате жизнедеятельности организмов, во время горения и фотосинтеза образуются новые молекулы, на поверхность выделяется ювенильная вода из глубины. Кроме того, вода на Землю поступает из Космоса и теряется в межпланетном пространстве.

Основное звено круговорота, в котором происходит наиболее активный водообмен,— это испарение влаги с поверхности океана, перенос ее воздушными течениями на материки и выпадение осадков. Осадки формируют почвенную влагу, грунтовые воды, ледники, реки, озера. Вообще это удивительный процесс, который не только регулирует водный баланс планеты, но и тепловой режим поверхности Земли.

Как это происходит? Испаряясь, один грамм воды поглощает 537 калорий тепла и уносит его в атмосферу. Благодаря неравномерному распределению солнечной энергии в экваториальной зоне испарение идет интенсивнее, поэтому и воздух здесь теплее. Кроме того, испарившаяся влага там поднимается выше, чем в умеренных широтах. Далее, как бы растекаясь к северу и югу, она постепенно остывает и опускается к поверхности Земли. Парообразная вода постепенно переходит в жидкое состояние, конденсируясь вокруг мельчайших частиц рассеянных в атмосфере солей или пыли, так называемых ядер конденсации. Каждый грамм сконденсировавшейся воды отдает воздуху взятые в южных широтах 537 калорий тепловой энергии. Так вода выполняет роль хранилища энергии, обеспечивая тепловой обмен на Земле.

Благодаря воде образуются циклоны и антициклоны, существует атмосферная циркуляция. На поверхность нашей планеты постоянно поступает два мощных, противоположно направленных потока энергии: от Солнца и из недр Земли. Под влиянием этой энергии вода испаряется, преодолевая силу тяготе-

ния, и формирует единый процесс круговорота тепла и влаги. Этот процесс в грандиозных масштабах происходит на Земле уже в течение миллиардов лет. Обратите внимание: общее водно-тепловое состояние планеты долго остается постоянным, несмотря на то, что температура поверхности изменяется по временам года. В результате тепло- и водообмена Земля не накапливает тепло, поступающее от Солнца, иначе земная поверхность давно бы раскалилась.

Возникает естественный вопрос: куда же расходуется солнечное тепло? В основном на нагревание и испарение воды. Метеорологи подсчитали, что за одну минуту Солнце испаряет миллиард тонн воды. Каждую минуту водяной пар отдает атмосфере столько энергии, сколько ее могли бы выработать за то же время 40 миллионов электростанций по миллиону киловатт каждая. Это энергия, за счет которой дуют ветры, возникают бури и ураганы. А один ураган, по расчетам ученых, выделяет энергию, равную образовавшейся от взрыва 30 тысяч атомных бомб.

С поверхности Мирового океана ежегодно испаряется в среднем 505 тысяч кубических километров воды, из них 458 тысяч в виде атмосферных осадков возвращается в океан. Остальная влага переносится на материки. Но, как известно, с поверхности суши, озер, рек, растений тоже происходит испарение. В итоге над сушей ежегодно выпадает около 119 тысяч кубических километров атмосферных осадков. Часть из них вновь испаряется почвой и растениями, а часть стекает в океан.

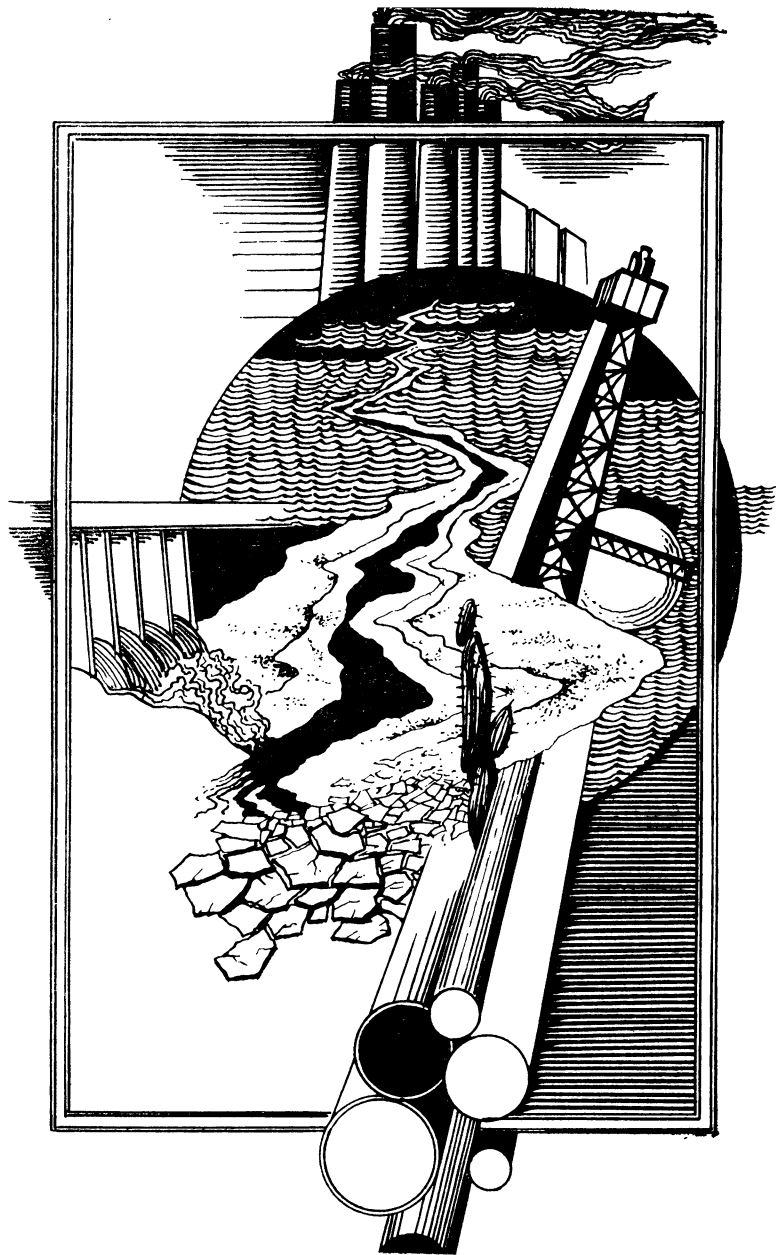
В реках 2120 кубических километров воды. Казалось бы, не так уж много, но именно проточные пресные воды больше всего нас интересуют: реки благодаря систематическому возобновлению поят нас, обеспечивают нашу промышленность и сельское хозяйство.

Еще несколько интересных цифр. Полный водообмен Мирового океана происходит за 2600 лет. В атмосфере влага полностью меняется за 9 суток, то есть 40 раз в год. Воды всех рек полностью заменяются 30 раз в год. Другими словами, за вычетом испарения в течение года в реках протекает примерно 45 тысяч кубических километров воды.

Почвенная влага меняется примерно раз в год. С подземными водами дело обстоит несколько сложнее. Скорость их водообмена зависит от условий залегания в геологической структуре. Те, что ближе к поверхности и находятся в зоне активного водообмена, полностью возобновляются в среднем раз в 333 года. Они наиболее ценны: из них ежегодно поступает в реки около 12 тысяч кубических километров воды. А вообще все запасы подземных вод, включая и залегающие глубоко, полностью обновляются примерно через пять тысяч лет.

Вот какой механизм у нашей планеты. Для Земли влагооборот то же самое, что для города теплоцентральный. На нашей планете паровой котел — Мировой океан, топливо — неисчерпаемая энергия Солнца, а воздушные и морские течения, реки, озера — «трубы», по которым перемещается нагретая вода для обогрева холодных районов Земли.

Замечательное следствие круговорота — очищение воды от растворенных в ней солей. Это основной механизм, благодаря которому природа борется с загрязнением, вносимым человеком в процессе его хозяйственной деятельности. Подробнее об этом мы поговорим в следующих главах. А прочитав эту, читатель, пожалуй, сделает вывод, что на Земле воды «хоть пруд пруди». И ошибется.



«БЕЗ ВОДЫ НА САМОЙ ВОДНОЙ ПЛАНЕТЕ»

Так назвал свою статью известный американский ученый Г. Стилл. В чем же дело? До сих пор мы утверждали, что Земля — самая водная планета и вдруг...

Все объясняется очень просто: нас в основном интересует пресная речная вода, а ее на Земле почти в 700 тысяч раз меньше, чем соленых вод морей и океанов. Общий единовременный объем всех рек — 2,1 тысячи кубических километров. К тому же они распределены крайне неравномерно: некоторые приморские районы, особенно в тропиках, страдают от избытка воды, зато в пустынях годами не выпадают дожди.

Даже в нашей стране, располагающей большим запасом пресных вод, видна диспропорция: 80 процентов речного стока приходится на азиатскую часть СССР, в которой живет лишь пятая часть населения.

Люди давно научились перераспределять это природное богатство. Ныне в мире эксплуатируется более 10 тысяч водохранилищ общей емкостью около 5 тысяч кубических километров. Есть водохранилища-гиганты: Куйбышевское на Волге емкостью 58 кубических километров, Братское на Ангаре — 169, Одэн-Фолс на Ниле — 205, Даниэль-Джонсон на Маникуагане (Канада) — 142, Эль-Мантеко на Карони (Венесуэла) — 111 кубических километров.

Тем не менее проблема «водного голода» действительно существует. И главные причины его возникновения надо искать прежде всего в том, как мы используем одно из величайших богатств Земли.

Если в начале столетия об обеспечении водой заботились только в районах недостаточного естественного увлажнения, то сейчас проблема стала поистине глобальной. Острая нехватка ощущается в таких крупнейших капиталистических странах, как США, Япония, ФРГ, Франция.

Это закономерно и вызвано в основном развитием производства. Достаточно сказать, что для получения тонны капрона требуется 5600 тонн воды, тонны лавсана — 4200 тонн, тонны шерстяной ткани — 600 тонн воды, тонны никеля — 800 тонн и т. д. Чтобы вырастить тонну пшеницы, надо затратить полторы тысячи тонн воды, тонну риса — 7 тысяч тонн, а тонну хлопка — 10 тысяч тонн воды.

Громадного объема чистой воды требует изготовление одежды и обуви: одна соломенная шляпка — 100 литров, кожаные сапоги — 1000 литров, нейлоновая шубка — 6000 литров. Кружка пива, прежде чем попасть на стол, уже «выпила» восемь литров воды.

Вода в народном хозяйстве — такое же сырье, как и уголь, нефть, руда. На производство тонны стали, например, идет 3,34 тонны железной руды, 1,17 тонны кокса и 150—200 тонн воды. Мировое потребление минеральных ресурсов сейчас достигает 7—8 миллиардов тонн в год, а воды — столько же ежегодно.

К тому же потребление пресной воды непрерывно растет. В США с 1900 по 1960 год оно возросло в шесть раз. В последнее десятилетие промышленность Бельгии ежегодно увеличивает расход воды на 4,3 процента, Нидерландов — на 6, Швеции — на 10,6, Финляндии — на 11,2 процента.

Но тревогу вызывает не только и не столько увеличение расхода воды. «От жажды умираю над ручьем...» — пишет Франсуа Вийон. (Выходит, ручей-то есть, а от «жажды умирают»?) Беда в том, что ос-

новые источники водоснабжения — реки — используются в качестве каналов для сброса загрязненных сточных вод. А одного литра нефти, оказывается, достаточно, чтобы сделать непригодным для питья миллион литров воды.

В наши дни около трети населения Земли испытывает недостаток в воде. Особенно трудно молодым, недавно освободившимся от колониального ига, странам, — там почти 90 процентов населения не обеспечено водопроводом и канализацией. Питьевая вода даже стала предметом экспорта. Один из крупнейших городов мира Гонконг — город с четырехмиллионным населением — получает воду по специальному трубопроводу из Китая, а в особо засушливые годы ее доставляют еще и танкерами.

ФРГ, Нидерланды, Дания ведут переговоры со Швейцарией о поставке пресной воды, США — с Канадой. Прочтите прекрасную книгу активного деятеля охраны природы в Польской Народной Республике А. Ленковой «Оскальпированная земля». Она пишет, что в Англии во многих местностях летом воды вообще не бывает. Людям приходится возвращаться к колодцам, которые не очищены и поэтому содержат воду, непригодную для питья. В Манчестере летом вода подается всего несколько часов в сутки. В засушливом 1959 году в Неаполе люди буквально дрались около колодцев, а фляжка воды на черном рынке стоила 60 лир. Греки, живущие вблизи Афин и Пирея, лишены собственной воды, там она ценится дороже вина.

По данным зарубежной печати, в настоящее время в Англии, Австрии, Бельгии, ФРГ, Швеции, Италии, Швейцарии, Люксембурге, США, Нидерландах, Испании и других капиталистических странах все крупные реки загрязнены. Французский инженер Рене Кола подсчитал, что в его стране все реки ежегодно несут около шести миллиардов кубо-

метров грязной воды. В некоторые годы Сена при входе в Париж наполовину состоит из стоков. Девяносто процентов английского населения пользуется водой сомнительного качества. С каждым годом ухудшается вода в США. Американцы берут ее из водопроводов только для мытья и стирки, а для питья в магазинах стали продавать родниковую воду.

Гибнут Великие американские озера. Водолазы, исследовавшие дно озера Эри, сообщили, что оно похоже на «ведро для отходов химической лаборатории». Самая полноводная река Миссисипи совершенно загрязнена. В районе Сент-Луиса (штат Миссури) вода в реке настолько грязна, что даже при десятикратном ее разбавлении чистой рыба погибает в течение минуты, а при разбавлении в 100 раз — через сутки.

В ФРГ в 1965 году объем сбрасываемых в реки промышленных отходов составлял 24,8 миллиона кубометров в сутки. Рейн превращен в сточную канаву, он не пригоден для жизни рыб, орошения и других хозяйственных нужд, так как в него попадают отходы химических производств, фенолы коксовых заводов, дизельное масло судовых двигателей, сточные воды больниц и другие отходы. В 1952 году у города Рейнберга вспыхнул большой пожар: горела масса плавающих в реке смол.

Япония стала родиной новой смертельной болезни Минамата, которая возникает вследствие отравления рек ртутными промышленными отходами. Умирает Женевское озеро (Швейцария), сильно загрязнены река Тибо (Италия), озеро Целлорзее (Австрия), Дунайский канал.

Через реки загрязняются моря. По данным ЮНЕСКО (1971), ежегодно в моря выносятся 320 миллионов тонн железа, 2,3 миллиона тонн свинца, 6,5 миллиона тонн фосфора.

Приведу несколько убедительных примеров, по-

черпнутых из опубликованных работ, которые просто кричат от имени безответной природы, кричат человеку: «SOS — спаси!»

Загрязненность американских рек за последние 70 лет выросла в 10 раз. Частично это объясняется тем, что в США, как и в ФРГ, четверть промышленного потребления воды приходится на долю химических предприятий, производящих синтетические моющие средства, минеральные удобрения, ядохимикаты. Они насыщают воду кислотами, ядами, фенолами, щелочами. Целлюлозно-бумажная промышленность и лесохимия спускают в воду медленно разлагающиеся дубильные вещества, нефтехимия — тончайшую нефтяную пленку. Все это изменяет физико-химические свойства воды, нарушает ее газообмен с атмосферой, губит рыбу, моллюсков, планктон и растительность. По берегам таких водоемов погибают деревья. Как отмечает нью-йоркский журнал «Ньюс уик», минимум семь государств сбрасывают отходы в Северное море. От копоты западно-германского индустриального Рура потемнел снег даже в Норвегии, Рейн несет в Северное море химикаты, мусор, органические отбросы.

Около некоторых американских водоемов появляются предупреждения: «Купание и катание на водных лыжах запрещено». Вода вызывает ожоги и язвы на коже. Кроме того, она становится источником кишечных заболеваний.

Из-за недоброкачественной воды ежегодно в мире до полумиллиарда людей заболевают брюшным тифом, холерой, дизентерией и другими болезнями, причем около 10 миллионов из них погибают. Появились новые болезни, связанные с наличием в воде ртути, цинка, меди, кадмия, они вызывают повреждение центральной нервной системы, паралич, хрупкость костей, в половине случаев ведут к смерти.

Хищническое потребление сказывается на запа-

сах подземных вод. По данным американского ученого Р. Парсона, в некоторых штатах уровень подземных вод катастрофически упал, так как забор в 140 раз превышает естественное восполнение. Если в 1910 году запасы грунтовых и подземных вод в США исчислялись в 490 кубических километров, то к 1960 году — только в 62. Интенсивная откачка подземных вод привела к опусканию участков суши, например в пределах Нью-Йорка, что создает угрозу затопления его океаническими водами.

Еще одно неприятное сообщение. В городе Аламогордо и его окрестностях (штат Нью-Мексико) замечены случаи странной болезни, которая не щадит ни взрослых, ни детей. Оказалось, что все больные отравились ртутью. Причина выяснена: ежегодно в сельском хозяйстве США в составе веществ, предназначенных для борьбы с вредителями, используется около 400 тысяч килограммов ртути. Из почвы через растения она попадает к животным, в водоемы и в конечном счете в организм человека.

Сравнительно новая проблема родилась в результате загрязнения гербицидами и ядохимикатами, интенсивно применяемыми для борьбы с насекомыми — вредителями растений. На первых порах казалось, что найден наконец радикальный способ спасти пятую часть урожая, гибнущую от вредителей.

Развернулось широкое производство разнообразных препаратов, только в США изготавливали их более шести тысяч наименований.

Но вскоре обнаружились вредные последствия этого чрезмерного увлечения: гибель рыбы, планктона, полезных насекомых, птиц и даже мелких животных. Тщательные исследования показали, что ДДТ и его препараты, обладая высокой устойчивостью и длительным периодом распада, теперь содержатся во всех продуктах питания, в одежде и организме человека.

Заметим, что флора и фауна американских озер ныне содержит пять объемных частей ДДТ на миллион частей гидроорганизмов, то есть в 450 раз больше, чем раньше. Препарат нашли в 99 процентах рыб, взятых из разных водоемов, причем концентрация его в мясе рыбы превышала допустимые нормы в 5—10 раз. Этот яд замедленного действия вызывает разрушение нервной системы и особенно опасен для человека.

Увеличилось его содержание и в почве. Поэтому в некоторых капиталистических странах концентрация ДДТ и его производных в продуктах животноводства и в организме человека в два-три раза выше допустимой.

Перед второй мировой войной у берегов Калифорнии добывали около 800 тысяч тонн сардин. Теперь этих промыслов фактически не существует, их погубил препарат ДДТ, выносимый реками с полей США. Все чаще случаи отравления морских организмов различными радиоактивными веществами, метиловой ртутью и другими отходами. Особенно чувствительны к ним тунец, омар, двусторчатые моллюски.

В Японии наличие кадмия в водах Тоёма послужило причиной смерти 119 человек и вызвало неизлечимую болезнь у тысяч жителей. Японцы называют живописное море Сето своим Средиземным морем. Однако его прибрежные воды превращены в свалку промышленных отходов. Ущерб, нанесенный акватории, измеряется в миллиардах иен. Здесь скапливаются флотилии танкеров, небо застилает пороховой дым с военных баз. На побережье сгрудились предприятия, они угрожают в конце концов превратить Сето в «мертвое море».

А помните, какую беду принесла катастрофа американского супертанкера «Амоко-Кадис» у французского побережья Бретани? В море вылилось свы-

ше 200 тысяч тонн сырой нефти, она черной пленкой покрыла две тысячи квадратных километров.

Приведу еще одну цифру: только в 1974 году официально зарегистрировано 1168 аварий нефтеналивных судов. Трудно себе представить, сколько воды испорчено.

Выступая в 1959 году в Американском географическом обществе, Чарльз Вер-младший так сформулировал проблему: «Нынешние неистовые поиски воды, этого необходимейшего ресурса, затмили и золотую лихорадку, и нефтяную истерию, и урановый бум. И как это ни парадоксально, но это дело оказывается неотложным не для пустынных районов, а для густонаселенных, высокоиндустриальных и высокоразвитых земледельческих областей, где непрерывно возрастает спрос на воду, поскольку ее становится все меньше. Водная проблема выходит из рамок отдельных стран, приобретая международный характер».

Давайте подведем итог. В мире в течение года расходуется немногим более 700 кубических километров воды, из которых около 180 падает на безвозвратный расход, что составляет менее процента от устойчивого речного стока. (Вспомните, он равен 45 тысячам кубических километров!) Казалось бы, об истощении водных ресурсов говорить рано. Но вот незадача: сточные воды — их около 500 кубических километров — сбрасываются в природные водоемы. Если учесть, что очистке подвергается менее половины вод и степень очистки пока такова, что очищенные стоки портят пятнадцати-двадцатикратный объем чистой воды, а неочищенные — пятидесятикратный, то картина получается мрачная: сточные воды лишают нас почти 18 тысяч кубических километров чистой воды, то есть почти половины устойчивого речного стока.

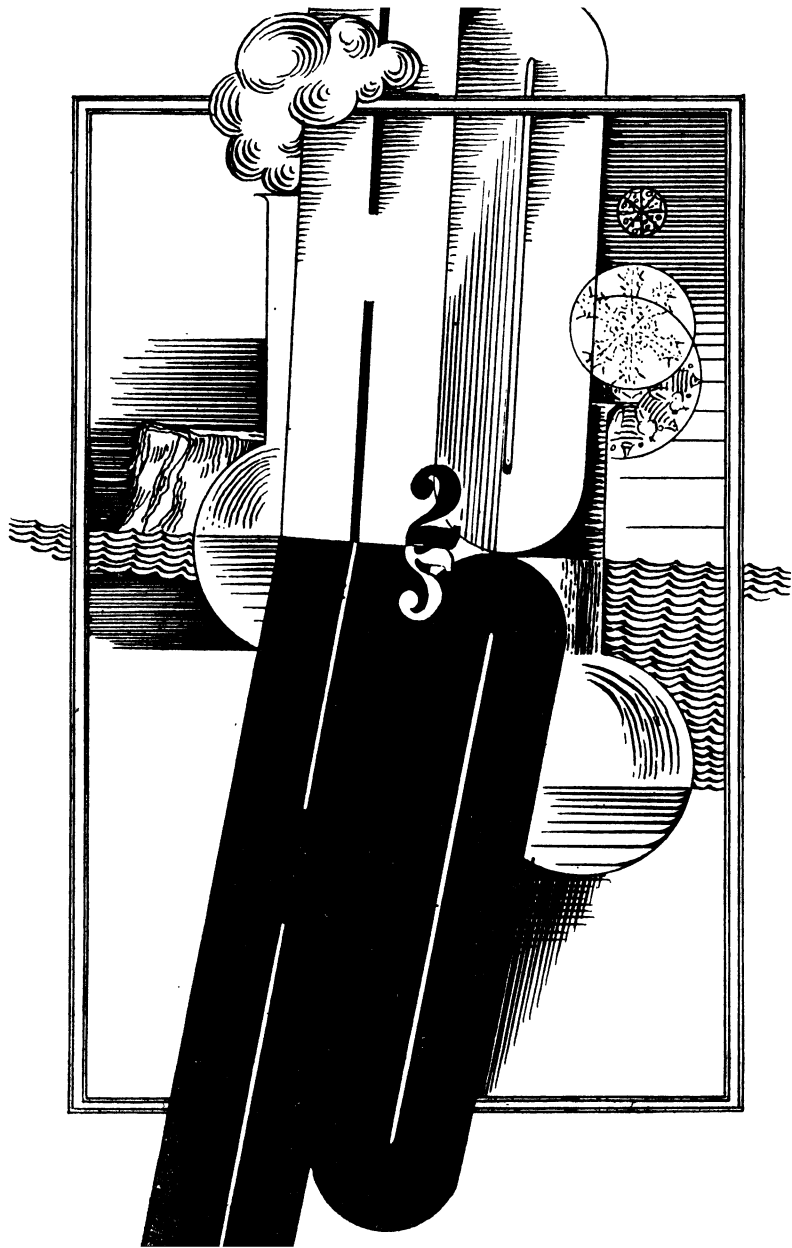
Напомню, что пресные ресурсы на планете рас-

пределены крайне неравномерно: плотность населения, концентрация промышленности выше в менее водных районах. Это тоже повод для беспокойства. Если предположить, что современные методы использования воды и отношение к охране водных ресурсов не изменятся, то в недалеком будущем положение может стать катастрофическим.

Охрана природы — это не только и не столько экономическое, правовое или естественнонаучное понятие. Многое зависит от того, в чьих руках находятся природные богатства, в чьих интересах они используются.

В капиталистических странах это право узурпировано господствующими классами. Исчерпав национальные водные ресурсы, заправила монополистического капитала ищут «зацепки» для посягательства на чужие.

Положение действительно довольно серьезное. Хочется привести образное сравнение известного океанолога Жака Кусто. Он говорил, что жителей Земли можно сравнить с пассажирами корабля, который имеет определенный запас пресной воды. Но если этому кораблю еще можно надеяться на помощь других кораблей, то жителям Земли нужно рассчитывать только на самих себя.



РОДОСЛОВНАЯ ВОДЫ

Тысячелетиями человек пытался проникнуть в тайны воды, узнать, почему именно это вещество стало первоосновой и сущностью всего земного. Многого сейчас, конечно, понято и объяснено, но далеко не все.

Кому-то покажется даже странным: о чем здесь спорить?

А вот точка зрения специалистов. Сотрудники кафедры технологии воды Московского энергетического института О. И. Мартынова, Б. Т. Гусев и Е. А. Леонтьев в статье «К вопросу о механизме влияния магнитного поля на водные растворы солей» совершенно справедливо заметили: «Для подавляющего большинства публикаций характерна прежде всего весьма вольная трактовка понятия «вода», граничащая подчас с непониманием того, что между веществом, отвечающим формуле H_2O , и водопроводной, речной и даже дистиллированной водой очень большая разница».

На другую сторону вопроса обратил внимание ученый В. В. Шулейкин, который считает, что «среди всех веществ, изучаемых физиками и химиками, вода во многих отношениях является самым трудным».

Все знают, что вода — соединение двух атомов водорода и одного кислорода. Это воспринимается как общеизвестный факт.

Сегодня нам трудно себе представить, что не прошло и двух столетий с тех пор, пока величайшие умы человечества, отцы химии и физики, об этом и не подозревали...

«Открытие» воды

После длительных и трудных поисков усилиями физиков и химиков к концу XVIII века, а точнее к 1775 году, были открыты оба газа — кислород и водород, соединение которых дает воду. Тем, кто интересуется этим вопросом, рекомендую увлекательную книгу болгарского ученого Кюлеяна Манолова «Великие химики».

Но и тогда еще никто не подозревал, что вода и есть всем теперь известное H_2O . Лишь в 1783 году Генри Кавендиш, проводя опыты в своей лаборатории, установил, что она состоит из кислорода и водорода в соотношении по весу примерно 8:1 и образуется от сгорания водорода. По терминологии химиков, вода — это окись водорода. Так был сделан первый шаг в познании сущности воды как вещества.

Вся дальнейшая история физики и химии так или иначе связана с углублением наших представлений о внутреннем строении воды. Академик В. И. Вернадский отнес ее к царству минералов. У него для этого были веские основания: вода по многим свойствам похожа на минерал. Имея совершенно определенную, только ей присущую внутреннюю структуру или «кристаллическую решетку», она сохраняет свои свойства во всех состояниях и проявлениях.

Давайте вместе попытаемся заглянуть внутрь «кристалла» воды, без этого трудно объяснить и невозможно понять многие ее загадки. Предполагаю, что читателю знакомы основы современной физики и химии, атомно-молекулярного строения вещества, периодическая система элементов Д. И. Менделеева.

Так вот, проникнув в молекулу воды, ученые установили, что если спроектировать на плоскость образующие ее атомы, то получится что-то вроде равнобедренного треугольника с двумя атомами во-

дорода в основании и кислородом в вершине. Длина основания треугольника (расстояние между ядрами атомов водорода) составляет 1,54 ангстрема¹, а боковых сторон (расстояние между ядрами атомов кислорода и водорода) — 0,96. Во льду расстояние между ядрами кислорода и водорода несколько больше, оно достигает 0,99 ангстрема. Поэтому лед более «рыхлый», легче воды и плавает.

Каждая молекула воды представляет собой как бы маленький магнит, или, как говорят специалисты, обладает полярностью, а между собой отдельные молекулы соединяются через так называемую водородную связь. Что же представляет собой масса воды, в которой мириады отдельных молекул? Естественно, они непрерывно взаимодействуют друг с другом, образуя в каждый момент сложные геометрические фигуры. В связи с тем, что водородные связи непрочны, образуемые ими из отдельных молекул геометрические постройки постоянно разрушаются и создаются новые. Физико-химики говорят, что большая часть молекул воды соединена в нестойкие полимерные фигуры, состоящие из двух, трех, четырех и более сгруппированных молекул. Возникает вопрос: существует ли у воды определенная структурная решетка, как, скажем, у твердых кристаллов? Казалось бы, ответ должен быть отрицательным: ведь это не твердое вещество, а жидкость. Но не будем спешить с выводами.

Когда ученые просветили лед рентгеновскими лучами, выяснилось, что он имеет гексагональную (шестигранную) структуру — кристаллическую решетку. Каждый атом кислорода в структуре льда связан водородными связями с четырьмя другими атомами кислорода, которые располагаются по тет-

¹ Ангстрем — единица измерения длины, равная одной стомиллионной доле сантиметра.

раэдру¹ на расстоянии 2,76 ангстрема от центрального атома кислорода. Такой может быть структура льда. В природе льды бывают разные: сплошной кристаллический, игольчатый, слоистый, зернистый, рыхлочешуйчатый, они отличаются и по форме, и по свойствам.

После того как мы познакомились со структурой льда, естественно задать вопрос: что же происходит, когда он плавится? Оказывается, в этом процессе разрушается не более 15—20 процентов водородных связей, и в жидкой воде, как и во льду, молекулы «упакованы» неплотно, имеют лишь от четырех до пяти ближайших соседей, так что ее структура очень похожа на структуру льда.

Советский ученый-химик О. Я. Самойлов высказал гипотезу, что процесс плавления льда связан с заполнением свободных полостей в его структуре отдельными «свободными» молекулами воды. Сопровождается это заполнение некоторой деформацией каркаса. Вода, следовательно, имеет более плотную «упаковку» отдельных молекул, она тяжелее льда, поэтому лед плавают.

Мы остановились на одной из гипотез, а их существует десятки. Вопрос этот изучается. Неоспоримо лишь то, что вода в отличие от других нежелезных жидкостей все-таки имеет какую-то кристаллоподобную структуру. В ней, по сути дела, происходит взаимодействие не между разупорядоченными молекулами, а между зародышами кристаллических образований. В этом смысле она занимает как бы промежуточное положение между кристаллическим и жидким состоянием и более сходна с твердым телом, нежели с идеальной жидкостью, то есть относит-

¹ *Тетраэдр* — четырехгранник, четырехсторонний многоугольник, каждая грань которого является равносторонним треугольником.

ся к категории жидких кристаллических тел. Именно в такой внутренней организации и кроются секреты всех удивительных свойств, всех кажущихся парадоксов.

Удивительные свойства, загадки и парадоксы

Человечеству известно много удивительнейших и необъяснимых свойств воды. Вот некоторые из них. Вода — единственное вещество нашей планеты, которое при нормальных условиях может находиться в трех состояниях: твердом (лед), жидком (собственно вода) и газообразном (пар). Она обладает исключительно высокой удельной теплоемкостью. (Напомним: теплоемкость — это количество тепла, необходимое для повышения температуры одного грамма вещества на один градус.) Чтобы убедиться в этом, сделайте простой опыт. Поставьте на плитку пустой чайник, он быстро раскалится. А наполненный водой, он за то же время чуть нагреется. Именно это свойство делает воду незаменимым температурным регулятором планеты.

Удельная теплоемкость для одного и того же вещества — величина не постоянная. Другими словами, для того чтобы нагреть что-то на один градус — от 5 до 6, от 52 до 53 или в любом интервале, необходимо затратить различное количество тепла. Оказывается, для всех веществ, кроме воды, с повышением температуры нагрева величина удельной теплоемкости возрастает. У воды же от 0 до 37 градусов теплоемкость снижается, а с 37 градусов и выше — растет. Получается, что легче всего она нагревается и быстрее всего охлаждается при температуре 37 градусов.

К сожалению, эта особенность пока не объяснена, однако совпадение с нормальной температурой

здорового человека (36,6—37 градусов) невольно наводит на размышления. Организм человека, как известно, обладает свойством теплового саморегулирования, небольшое отклонение температуры нашего тела от нормальной свидетельствует о нарушении работы какого-то органа, иначе говоря, о том, что человек заболел. Можно высказать предположение, что терморегулирование организма человека осуществляется не без участия воды, ведь наше тело на 65—70 процентов состоит из воды. Остается только восхищаться, что природа, создавая человека, не забыла снабдить его наилучшим режимом теплового саморегулирования.

Вода свойственна исключительно высокая скрытая теплота плавления (количество тепла, необходимое для превращения льда в жидкость): чтобы превратить грамм льда в жидкость, необходимо затратить 79 калорий. Это свойство широко используется в нашей повседневной практике. Скажем, ставим бутылку молока на лед в глубокий погреб. Там охлаждение идет за счет выравнивания температур льда и молока. А вот если мы поставим ту же бутылку молока на лед в комнате, где он тает, молоко охладится быстрее, потому что, тая и превращаясь в воду, каждый грамм льда «отнимает» 79 калорий.

Огородники ранней весной беспокоятся, как уберечь от заморозков всходы огурцов. Поставьте в теплицу одну-две бочки с водой, вода ночью может покрыться льдом, а вот огурцы от подмораживания предохранит, так как, замерзая, каждый грамм воды выделит 79 калорий тепла.

Вода обладает исключительно высокой скрытой теплотой испарения (количество тепла, необходимое для превращения жидкости в пар). Она кипит при температуре 100 градусов, а для того чтобы превратить грамм воды в пар, необходимы 539,1 калории. При этом температура кипящей воды не

повышается. Вода переходит в газообразное состояние, когда энергия теплового движения превышает энергию взаимного притяжения молекул, в результате разрываются водородные связи, характерные для ее жидкого состояния. Благодаря этой особенности через атмосферу выравнивается температурная контрастность: испаряясь с поверхности южных морей, вода через атмосферу переносит тепло в умеренные широты, где и отдает его, конденсируясь в капельки дождя.

Это свойство широко используется в практике. Хотите в жаркий летний день на пляже попить холодной воды — оберните бутылку полотенцем и смачивайте его. Высыхая, оно будет отнимать тепло, а бутылка охлаждаться. Летом, когда бывает невыносимо жарко, намочишь рубашку, набросишь на плечи — сразу становится прохладней. Это происходит потому, что, испаряясь, вода отнимает тепло.

Все вещества по мере нагревания увеличивают свой объем и уменьшают плотность. С водой дело обстоит иначе. Чистая вода имеет максимальную плотность при плюс четырех градусах, точнее при $3,98^{\circ}$. По мере нагревания выше плотность ее уменьшается, по мере охлаждения ниже четырех градусов, вплоть до точки замерзания, тоже уменьшается. В момент замерзания объем льда скачкообразно увеличивается на одну одиннадцатую объема воды, плотность льда составляет примерно $0,92 \text{ г/см}^3$, то есть он легче воды.

Вдумайтесь, какое это имеет значение. При охлаждении ниже четырех градусов образуется лед, он всплывает, но под ним всегда остается вода, даже на Северном полюсе подо льдом существует жизнь. То же самое в реках и озерах. Не обладай вода этим качеством, реки, моря, озера, водохранилища промерзли бы и все живое исчезло.

Для жидкостей существует такое понятие, как

вязкость, оно близко к характеристике их проникающей способности. Вполне естественно, что при увеличении давления молекулы нормальных жидкостей сближаются и вязкость их возрастает. А вязкость чистой воды или водяных растворов с увеличением давления сначала уменьшается и, лишь пройдя через минимум, начинает возрастать, причем уменьшение вязкости происходит быстрее при нагревании, поэтому горячие водные растворы фильтруются значительно лучше холодных.

Это удивительное свойство воды хорошо знакомо геологам. Оно сыграло свою роль в рудообразовательных процессах при формировании месторождений полезных ископаемых. Горячие рудные растворы из больших глубин Земли, где царствуют высокие давления и горные породы сильно уплотнены, находили пути и через мельчайшие, буквально волосяные трещины и поры проносили вещество и отлагали его в благоприятных геологических условиях, постепенно формируя таким образом месторождения полезных ископаемых.

Вы никогда не задумывались над тем, почему падающая дождинка или капающая вода имеет шарообразную форму? Вода — очень прочное вещество, если по отношению к жидкости можно употребить такое понятие, как прочность. И все же по прочности на сжатие вода значительно уступает многим металлам, стали, например, в сто раз. А вот прочность воды «на разрыв», косвенным показателем которого является поверхностное натяжение, поразительно велика. Если хотите убедиться, попробуйте оторвать друг от друга смоченные водой пластинки стекла.

Точные измерения поверхностного натяжения позволили ученым высчитать, что для того, чтобы «разорвать» столбик абсолютно чистой воды площадью поперечного сечения в квадратный сантиметр,

потребовалось бы усилие в 20 тонн. Но в природе не существует абсолютно чистой воды. В лабораторных условиях достигнута чистота воды с границей прочности поверхностного натяжения 150 килограммов на квадратный сантиметр, что почти соответствует границе прочности на разрыве некоторых сортов стали. Именно в силу этого капля воды, падающая дождединка имеют шарообразную форму.

Уместно упомянуть еще об одной замечательной особенности. Избыточное внешнее давление уплотняет и лед. Например, при сжатии в 20 000 атмосфер его плотность увеличивается в полтора раза. Но самое удивительное, что растает такой лед лишь при температуре 50 градусов выше нуля. Глубоко под землей, на десятках и сотнях километров от поверхности, где властвуют громадные давления и температуры, возможно, есть горячий лед.

Не исключено, что такой же лед окажется и на Луне.

Из всех известных жидкостей вода обладает наиболее высокой диэлектрической постоянной. Два электрических заряда будут притягиваться или отталкиваться в чистой воде с силой в одну восьмидесятую той, с какой они притягивались бы в вакууме. Благодаря этому вода обладает уникальной растворяющей способностью, в ней растворяются почти все вещества. Современными методами анализа в морской воде, например, найдено две трети химических элементов таблицы Менделеева, и надо полагать, что оставшая треть тоже будет обнаружена. И ведь что удивительно: вода ничуть не изменяется под влиянием растворенных в ней веществ.

Абсолютно все воды Земли, по существу, являются природными растворами тех или иных солей. В литре морской воды, например, содержится 35 граммов различных солей. Исследователи выдвигают много гипотез для объяснения этого явления, исхо-

дя из внутренней структурной организации воды. Вряд ли целесообразно здесь глубоко касаться этого вопроса из-за его сложности. Отметим лишь, что теперь доказано: растворение происходит в результате взаимодействия частиц растворенного вещества с дипольными частицами молекул воды. Сам процесс получил название гидратации.

Определенное изменение физических свойств воды происходит под воздействием внешних полей. Известны экспериментальные данные о странном влиянии электрического поля, которое на 11—18 процентов увеличивает скорость испарения воды. Под действием ультразвука уменьшается ее вязкость. Свежеконденсированная вода обладает повышенной плотностью. Интересно и то, что после снятия действия внешних полей вода какое-то время сохраняет вызванные ими аномальные свойства. Эту способность некоторые называют «структурной памятью» воды. Интереснейшее явление, еще до конца не изученное...

Особенными свойствами обладает талая вода. У нее иная вязкость, теплота испарения и целый ряд других показателей. Повышена биологическая активность: политые ею комнатные цветы лучше растут и выглядят здоровее, помещенные в нее семена прорастают гораздо быстрее.

Не случайно так ценится кристально чистая холодная вода горных рек. В легендах и сказках ее часто называют живой. Может быть, не зря? Она образуется от таяния горных ледников и некоторое время сохраняет свои необычные свойства. Не потому ли столько долгожителей среди горцев?

Попытка объяснить уникальные качества талой воды вновь возвращает нас к ее внутренней организации: водородные ядра в молекуле воды вращаются вокруг собственных осей. Когда вращение происходит в одну сторону, их моменты количества движе-

ния складываются, и такая молекула называется параводой. Если же вращение происходит в разные стороны, моменты количества движения вычитаются, и мы уже имеем дело с ортоводой.

Ученые долгое время считали, что количественное соотношение между орто- и парамолекулами в любой воде постоянно, это подтверждали соответствующие экспериментальные данные. Но во всех экспериментах упускали из виду талую воду. Научные работники лаборатории бионики Казанского университета У. Ахмеров и А. Бильдюкевич восполнили этот пробел. Оказалось, что в талой воде соотношение иное, оно как бы сдвинуто в пользу параводы. Можно предположить, что именно этим и объясняются ее удивительные свойства. Сохраняются они недолго, не более суток, но тем не менее...

Здесь уместно вспомнить и о лечебных свойствах минеральных источников. Часто специалисты объясняют их бальнеологические особенности своеобразием химического состава. Убедительно, и все же есть сомнения... Ведь попытки создать минеральную воду искусственно, копируя химический состав природных источников, к сожалению, пока не дают желаемого результата. Искусственная минеральная вода вроде бы ничем не отличается от естественной, кроме одного — не лечит.

Так, может быть, секрет минеральных вод не только в своеобразии химического состава, но еще и в самой воде? Ведь значительная часть известных минеральных источников питается водами, формирующимися на больших глубинах, где господствуют высокое давление и температура. Не исключено, что в таких своеобразных условиях вода приобретает необычные свойства и сохраняет их, дойдя до поверхности Земли, где она изливается минеральными источниками.

Интересные свойства приобретает вода при маг-

нитной обработке: при этом в растворах образуются центры кристаллизации солей, которые при необходимости нетрудно удалить. В расчете на это свойство составлена, например, технология обработки технической воды в котлах. Сейчас у нас в стране тысячи магнитных установок обрабатывают воду на морских судах, ТЭЦ и в других местах. Омагниченная вода сделала в народном хозяйстве настоящую революцию.

А как реагируют живые организмы — растения, животные, наконец, человек? Ведь все они на 70—90 процентов состоят из воды, а вода резко меняет свои свойства под действием магнитного поля.

Известный исследователь Ф. Парацельс писал: «...я утверждаю ясно и открыто на основании произведенных мною опытов с магнитом, что в нем скрыта тайна высокая, без которой против множества болезней ничего сделать невозможно...» Что это — смелая догадка или заблуждение? Опыты американского ученого Джено Барнети на мышах показали, что созданное магнитное поле привело к улучшению их кожи, шерстяного покрова и вообще как бы «омолаживало». Сейчас в медицине считается достоверно установленным влияние магнитного поля на организм человека. В период магнитных бурь сильно страдают люди с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Во многих городах, особенно курортных, уже действуют медицинские службы оповещения о приближении магнитных бурь.

В Японии, а одно время и в нашей стране, многие начали носить магнитные браслеты. Японские ученые утверждают, что они способствуют нормализации кровяного давления. Для лечения кожных и ряда других заболеваний довольно успешно применяют магнитное поле пермские врачи.

К сожалению, наши знания о влиянии магнитного поля на организм человека находятся в зачаточном

состоянии. Но в будущем люди, несомненно, научатся лучше использовать его целебные свойства.

Изменение свойств воды происходит и под действием так называемой тепловой обработки. В автоклавах воду или ее растворы подогревают до 300—400 градусов. После остывания обработанная вода длительное время сохраняет повышенные электропроводность и растворяющую способность. Ученые связывают это с временным изменением надмолекулярной структуры воды.

В последние годы открыта еще одна особенность воды. В различных жидкостях при повышении температуры скорость распространения звука снижается; в пресной воде она, наоборот, возрастает. Значительно сложнее поведение звука в просторах морей и океанов. Скорость его распространения в воде при температуре 25 градусов и давлении в одну атмосферу составляет 1496,3 метра в секунду. Благодаря разной плотности, температуре, солености воды в толще океана образуется слоистость и возникают звукопроводящие каналы, способные передавать акустические колебания на расстояние около тысячи километров. Поскольку радиосвязь под водой осуществить невозможно, велико значение этой особенности для разработки акустической связи.

Но уж совсем загадочными кажутся обнаруженные в 1965 году сигналы, распространяющиеся в океане со скоростью, близкой к скорости света. Эти сигналы можно зафиксировать не только приемниками электрических колебаний, но и акустическими приборами. На скорость распространения загадочных волн, названных гидроническими, не влияют ни соленость воды, ни ее температура, ни глубина.

Удивительные свойства воды этим не ограничиваются. В последние годы эксперименты показали, что при некоторых условиях можно получить еще более стойкие изменения. Изучая поведение жид-

костей в стеклянных капиллярах диаметром в несколько микрон (микрон — 0,001 миллиметра), советский исследователь Н. Н. Федякин заметил столбики необычной воды вблизи первичных столбиков введенной в капилляр жидкости. Эти вторичные столбики возникали в свободной части запаянного с обоих концов капилляра на различном расстоянии от мениска нормальной жидкости, представляя собой что-то вроде ее конденсата.

Столбики конденсата росли в течение одного-полтора месяцев примерно с постоянной скоростью (около 3 микрон в час) за счет убыли первичного столбика. Эксперимент показал, что свойства конденсата резко отличны от свойств обычной воды.

Исследованиями в Институте физической химии Академии наук СССР под руководством члена-корреспондента Б. В. Дерягина установлено: образование аномальной воды в капиллярах происходит при давлении пара, заниженном по сравнению с равновесным давлением пара обыкновенной воды. Можно предположить, что в большинстве случаев столбики аномальной воды зарождались в капиллярном тупике в результате капиллярной конденсации паров воды.

Ученые изучили свойства капиллярной воды, и оказалось, что она совсем не похожа на обычную воду: вязкость ее в 15 раз выше, максимальная плотность — при 10 градусах, она не замерзает даже при минус 30 и так далее. Есть ли такая вода в природе, пока неизвестно.

Ну а если задуматься? Растут же в горах, у подножия ледников, эдельвейсы. Или взять наши ранние подснежники. Кругом снег, а они цветут, им холод не страшен. Чудо? А может, чуда никакого нет, просто пути, по которым движутся питающие их соки, — тоже капилляры, капиллярной же воде холод нипочем.

Много еще необычных свойств у этого удивительного творения природы. Объяснение загадок лежит в своеобразной внутренней организации, в структуре. Нельзя понять или объяснить какие бы то ни было чудеса, связанные с водой, не учитывая ее структурных особенностей.

Сколько воды в воде?

Правильнее поставить вопрос так: сколько H_2O в том веществе, которое мы называем водой? А почему, собственно, возник этот вопрос? Да потому, что вода состоит из водорода и кислорода, а в настоящее время известно несколько их разновидностей — изотопов. Так, в природе существует три различных водорода. Самый легкий имеет атомную массу, равную единице, обозначается H^1 , химики его называют протием. Это самая распространенная разновидность, обычная вода практически состоит из него.

Кроме того, в природе существует водород с атомной массой, равной двум. Его называют тяжелым водородом, или дейтерием, и обозначают H^2 или D . В обычной воде его очень мало: на каждые 6700 атомов протия в среднем приходится только один атом дейтерия. Наконец, известен природный сверхтяжелый водород с атомной массой, равной трем, — тритий, который имеет формулу H^3 или T . Он радиоактивен, непрерывно образуется в стратосфере под действием космического излучения, период его полураспада немногим больше двенадцати лет. На всем земном шаре трития около килограмма. Недавно физики обнаружили еще короткоживущие радиоактивные изотопы водорода с атомными массами четыре и пять (H^4 и H^5).

Кислород в природе мы знаем трех разновидностей — с атомными массами 16, 17 и 18 (O^{16} , O^{17} , O^{18}). Искусственным путем физики сумели создать

еще шесть радиоактивных изотопов кислорода: O^{13} , O^{14} , O^{15} , O^{19} , O^{20} и O^{24} .

Так вот, теоретически вода может быть образована из сочетания всех известных изотопов водорода и кислорода, и в таком случае получится 145 ее разновидностей. Если же исключить все радиоактивные изотопы кислорода и водорода, то устойчивых стабильных разновидностей останется девять.

Когда речь идет о воде, мы имеем в виду противую воду с химической формулой $H_2^1O^{16}$. Природные воды на 99,73 процента состоят из противовой воды, на все остальные разновидности приходится не более 0,27 процента. Иначе говоря, природная вода всегда является смесью легкой воды и очень небольших количеств других ее видов.

Особый интерес сейчас вызывает тяжелая вода, точнее тяжеловодородная (D_2O). По своим физическим свойствам она отличается от легкой: температура ее замерзания минус 3,82 градуса, температура кипения 101,42 градуса, плотность 1,105 г/см³. Считается, что на живые организмы эта вода действует отрицательно, нередко ее называют мертвой. Вместе с тем известны опыты, показывающие, что если очень медленно и постепенно в воде заменять протий на дейтерий, то можно приучить живые организмы к тяжелой воде, и они будут в ней нормально жить и развиваться.

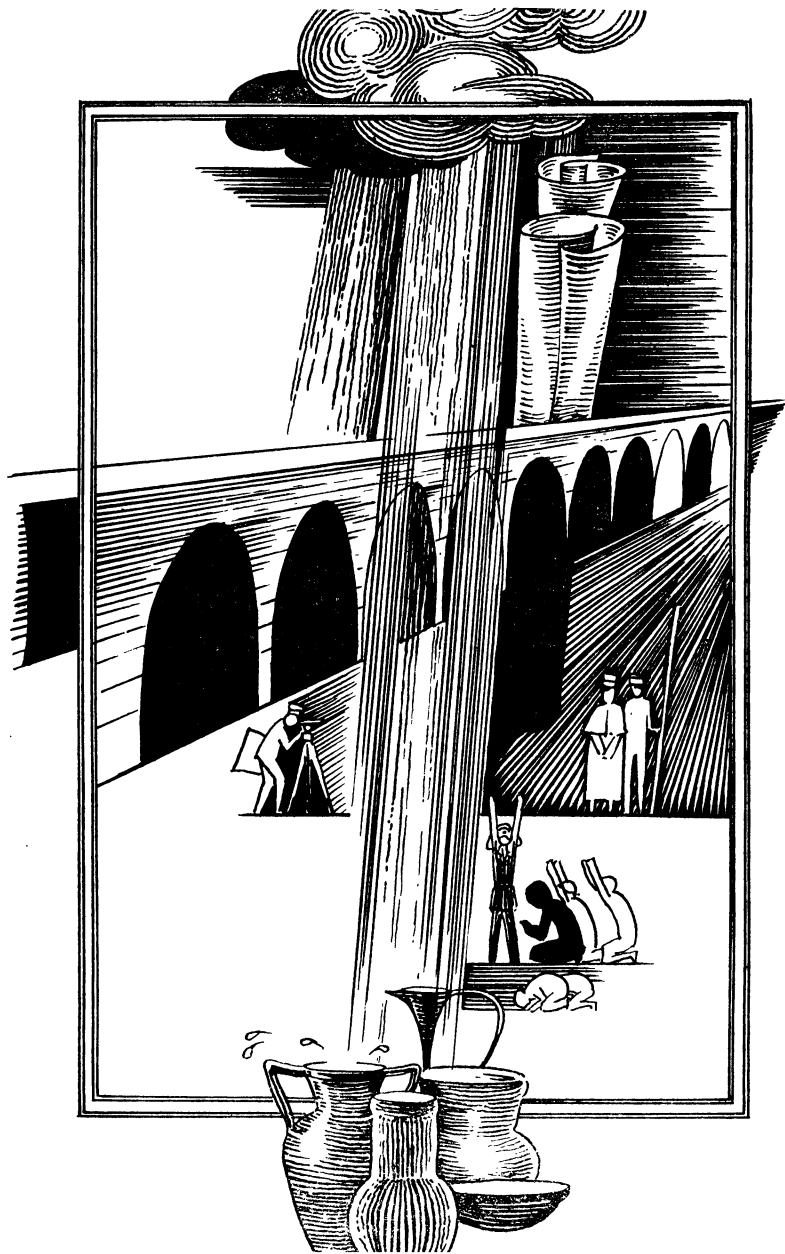
Тяжелая вода нашла широкое применение в технике. Сегодня во многих странах мира работают десятки гигантских заводов, перерабатывающих миллионы тонн воды, чтобы извлечь из нее дейтерий и получить чистую дейтериевую воду.

Вспоминается весьма драматическая история, разыгравшаяся в годы Великой Отечественной войны. Фашистская Германия, чувствуя неизбежность приближающегося конца, делала ставку на создание сверхмощного оружия — атомной бомбы. Для изго-

товления необходимого сырья в атомных реакторах в качестве замедлителя нейтронов могла быть использована только тяжелая вода, а получение ее в то время было связано с большими трудностями. Гитлеровцы организовали производство тяжелой воды в оккупированной ими Норвегии, где вода имела повышенное содержание дейтерия и к тому же электроэнергия обходилась сравнительно дешево.

Когда разведка союзников установила местонахождение завода, англичане выбросили специальный десант парашютистов, которым с помощью норвежских патриотов удалось взорвать цех по производству тяжелой воды, но уничтожить ее запасы они не смогли. Фашисты предприняли все меры, чтобы переправить уцелевшую воду в Германию, с величайшими предосторожностями они перевезли ее к морю и погрузили на корабль. Лишь в последний момент ценой огромного риска патриотам удалось проникнуть на судно и взорвать его, а вместе с ним 16 кубометров тяжелой воды. Так были сорваны работы по созданию атомной бомбы в гитлеровской Германии.

Сегодня тяжелая вода с успехом применяется в атомной энергетике для замедления нейтронов в ядерных реакторах. Есть и другие области ее использования. Но самое главное, что сейчас привлекает физиков к тяжелой воде,— принципиальная возможность получения энергии при ядерных реакциях между атомами дейтерия. Как только физики найдут способ управлять такими реакциями, человечество получит практически неисчерпаемый источник энергии. Содержания дейтерия в одном литре природной воды достаточно, чтобы заменить сто килограммов высококачественного угля. Таким образом, энергии, скрытой в воде земного шара, хватило бы человечеству не менее чем на миллиард лет.



ДЕСЯТЬ ТЫСЯЧ ЛЕТ БОРЬБЫ

Вода относится к тем великим творениям природы, без которых немыслима наша жизнь и деятельность. Еще с глубокой древности она возбуждала ум и воображение людей. Древний человек поклонялся воде как первородной стихии и отдавал ей, источнику всего сущего, дань уважения и восхищения. Для него ничто не могло сравниться с силой воды, способной преодолевать даже огонь.

Памятники древности свидетельствуют о том, что еще на заре человечества люди затрачивали огромные усилия, чтобы получить воду, и вместе с тем строителям уже были ведомы многие закономерности формирования вод, какие-то знания о режиме рек. Археологи находят грандиозные водопроводные сооружения, акведуки, подземные галереи, возраст которых более шести тысяч лет.

Жизнь и созидательная деятельность человека во все времена были связаны с водой. Древние очаги культуры в Индии, Египте, Месопотамии, Китае, Армении, Южной Америке расположены вблизи крупных рек. Профессор Б. К. Терлецкий писал: «Вода... это не просто минеральное сырье, это не только средство для развития сельского хозяйства, вода — это действенный проводник культуры, это — та живая кровь, которая создает жизнь там, где ее не было, которая при умелом использовании отрицательных особенностей суровой природы заставляет их с пользой служить человеку».

Трудно точно назвать, когда были предприняты первые шаги по изучению водных ресурсов и сделаны первые попытки их рационально использовать.

Во все времена и эпохи человек вел ожесточенную борьбу за обладание водой. По образному выражению Бернарда Франка, «историю цивилизации можно написать с точки зрения отношения человека к воде».

Понадобились многие тысячелетия, чтобы хоть как-то разобраться в ее свойствах, но и сейчас далеко не все мы знаем, как не научились еще беречь и правильно использовать это самое большое богатство Земли.

В те далекие времена, когда территория современной Карелии и Финляндии еще не освободилась от великого оледенения, а Нева не успела даже образоваться, в Индии и в Египте жрецы вели наблюдения за реками. Есть сведения, что выше Асуана на скалах сохранились отметины уровней Нила в период разливов.

Более достоверные сведения относятся примерно к третьему тысячелетию до нашей эры, когда в период правления фараона Менеса южнее Мемфиса была построена плотина и прорыт искусственный канал, по которому отводились воды Нила, а в его старом плодородном русле выросла столица Египта — Мемфис. Позднее Менес создал искусственное озеро и соединил его каналом с Нилом. Высота насыпной плотины достигала 15 метров, длина — 450.

Сохранились гидротехнические сооружения шумерской культуры в Месопотамии. Оберегая свои земли от катастрофических наводнений, шумеры строили земляные насыпи и дамбы. Период расцвета шумерской культуры связан со строительством грандиозных ирригационных систем.

В Лувре находится кодекс царя шумеров Хаммураби (около 1760 года до н. э.). Это свод законов, где большое внимание уделено содержанию и эксплуатации ирригационных сооружений и определены меры наказания за небрежное пользование водой,

Причем в этом документе четырехтысячелетней давности настолько четко сформулированы основные принципы, что некоторые из них почти без изменения вошли в современные законы.

Широко известные сооружения по использованию грунтовых вод, относящиеся к первому тысячелетию до нашей эры. В древних Армении, Иране строили так называемые «канаты» (искусственные подземные русла), которыми перехватывали потоки грунтовых вод. В наших среднеазиатских республиках такие оригинальные сооружения называют кяризами. Действовали эти сооружения по принципу самотека. В пустынных и полупустынных районах они предохраняли воду от испарения, от загрязнения. Длина их достигала 50—60 километров, а глубина 100 и даже 150 метров. Для древних цивилизаций это были, бесспорно, совершенные сооружения.

Создание ирригационных и осушительных систем в долине Инда началось за 2750 лет до нашей эры, а к 2200 году относится бурное развитие гидротехнического строительства в Китае. В то же время была построена система подачи воды в Кносский дворец на острове Крит, появляются плотины в Персии. Двухтысячным годом датировано создание судоходного канала от Нила к Красному морю.

За право пользования водой происходили жесточайшие столкновения. Все сельское хозяйство народы междуречья Тигра и Евфрата вели на основе орошения, вода подавалась по многочисленным искусственным каналам. Древние города междуречья Умма и Лагаш совместно пользовались водой из Евфрата для орошения. Бесконечные распри побуждали лагашцев уступить и прорыть свой канал из Тигра. И что же? Новый канал подавал на поля слишком много воды, ее избыток привел к тому, что поверхностные воды соединились при орошении с солеными грунтовыми. Уровень грунтовых вод под-

нялся почти до поверхности земли, испаряясь, они оставляли свои соли в почве и испортили все сельскохозяйственные угодья. Так погибли плодороднейшие земли и, по существу, распалась цивилизация, «кормившаяся» вокруг них. Таких примеров история знает немало.

Большой вклад в изучение воды внесли древние греки. Известны высказывания о происхождении, роли и месте воды Фалеса Милетского, Гераклита и Пифагора, Демокрита и Геродота, Платона и Аристотеля. Благодаря греческой школе сложилось более или менее правильное представление о круговороте воды.

Нельзя обойти молчанием и Древний Рим с его величественными акведуками. А система римского водопровода? Это вообще вершина инженерного искусства — водопроводы, шлюзы, затворы, километровые каналы.

Обратимся к истории нашего государства. Разве можно ее рассматривать в отрыве от водных богатств страны? В поймах рек с их плодородной илистой почвой человек возделывал сельскохозяйственные культуры, освоение новых территорий шло по Волге — от истоков к устью — с выходом на Урал, по Каме и Чусовой. К концу XVII века русская географическая наука располагала довольно обширными сведениями о водных путях. В 1627 году было составлено первое подробное описание Московской Руси и напечатано под названием «Древняя Российская гидрография, содержащая описание Московского государства, рек, протоков, озер, кладезей и какие по ним города и урочища и на каком оные расстоянии».

При Петре I водная энергия используется в горной и металлургической промышленности. На уральских реках строили плотины, а силу падающей воды с помощью несложных гидравлических установок

превращали в механическую энергию. Многие из построенных тогда на Урале плотин и других гидротехнических сооружений просуществовали до наших дней, например, Верх-Исетское в Свердловске. Они удивляют своей оригинальностью, простотой, компактностью и высокой прочностью. Некоторые из них — настоящие шедевры гидротехнического искусства.

В XVIII веке экономическое развитие Урала было уже немыслимо без широкого освоения рек и использования их для судоходства и сплава древесины. Реки, став удобными и дешевыми путями сообщения, связали Урал через Камско-Волжскую систему с центром России. Особенно значительную роль в развитии уральской промышленности сыграла Чусовая. В XVIII — XIX веках свыше 50 уральских заводов вывозили свою продукцию по Чусовой, грузооборот достигал ста тысяч тонн в год, по тем временам это было очень много.

В 1798 году учреждается специальный Департамент водяных путей, который должен был возглавить всю работу по изучению и освоению водных богатств.

Мы не сможем рассказать о многовековой борьбе человечества за право обеспечить себя хорошей водой в необходимом количестве. Хотелось только обратить внимание на то, что народы прошли на этом пути через многие испытания. С водной проблемой связаны имена выдающихся русских и советских ученых, внесших свой неоценимый вклад в науку и практику.

Грандиозный скачок в изучении и использовании водных ресурсов нашей Родины наступил после победы Великой Октябрьской социалистической революции. В своих работах «Главная задача наших дней», «Очередные задачи Советской власти», «Набросок плана научно-технических работ» и других В. И. Ле-

нин требовал толкового и эффективного использования всех природных богатств. Хорошо известен ленинский декрет «Об организации оросительных работ в Туркестане» (1918). По этому декрету на развитие ирригации было ассигновано 50 миллионов рублей и тем самым положено начало осуществлению грандиозной программы мелиорации земель нашей Родины. Комиссия ВСНХ разработала план орошения Голодной степи и создания будущей хлопковой базы страны.

Заметим, что через несколько лет по инициативе В. И. Ленина разрабатывается план электрификации страны, в котором учтены и гидроресурсы.

В апреле 1921 года В. И. Ленин направляет письмо «Товарищам коммунистам Азербайджана, Грузии, Армении, Дагестана, Горской республики», где указывает на необходимость сразу «начать крупные работы электрификации, орошения. Орошение больше всего нужно и больше всего пересоздаст край, возродит его, похоронит прошлое, укрепит переход к социализму»¹.

Большой интерес проявлял В. И. Ленин к освоению обширных земель Муганской и Ширванской степей, где для орошения использовали воды Куры и Аракса.

С тех пор прошли годы. Сейчас можно только поражаться, какую громадную работу проделал советский народ под руководством Коммунистической партии по осуществлению ленинских заветов. За годы Советской власти водное хозяйство превратилось в современную, технически оснащенную отрасль. Вот некоторые показательные цифры. Если в 1937 году задержанный водохранилищами объем стока рек составил 70 кубических километров, то в 1957 году уже 125, в 1965-м — 450 кубических кило-

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 43, с. 200.

метров; теперь только в 150 крупнейших водохранилищах собирается около 1000 кубических километров воды, что составляет почти треть устойчивого меженного стока рек нашей страны. А это значит, что тысяча кубических километров естественных водных ресурсов страны взяты под постоянный контроль и управление, поставлены на службу народному хозяйству. Построены крупнейшие водохранилища на Волге (Волгоградское, Горьковское, Куйбышевское и др.), Дону (Цимлянское), Каме (Камское и Воткинское), на Енисее (Красноярское), Ангаре (Иркутское, Братское), Иртыше (Бухтарминское, Усть-Каменогорское) и многих других реках Советского Союза.

Широкий размах получила ирригация. Сооружены Большой Ферганский канал, Советский, Айчирлынский, Самур-Дивиченский, Каракумский, Амур-Каракульский, Северо-Крымский и другие. Созданы каналы по переброске воды, соизмеряемые с крупнейшими реками, — имени Москвы, Каракумский, Карагандинский, Волго-Донской, Большой Ферганский, Невинномысский, Саратовский, Беломоро-Балтийский и другие. Коренным образом изменилось водное хозяйство и в нашем крае.

На предприятиях и в городах, расположенных на территории Волжского и Уральского водных бассейнов, за последние десятилетия построено свыше 800 комплексов очистных сооружений и обезвреживающих устройств общей мощностью более четырех миллионов кубометров в сутки, в результате сброс загрязненных вод значительно уменьшен. Мощности систем оборотного водоснабжения возросли до 140 миллионов кубометров в сутки.

Многие промышленные предприятия при эксплуатации очистных сооружений добиваются высокой эффективности. Они либо совсем прекращают сброс сточных вод в водоемы, либо сбрасывают незначи-

тельные объемы с минимальным содержанием вредных примесей. Большая работа в этом направлении проведена и продолжает проводиться на нефтеперерабатывающих заводах. Например, на Пермском нефтеперерабатывающем комбинате имени XXIII съезда КПСС построены сооружения для биологической очистки сточных вод общей мощностью 220 тысяч кубометров в сутки. В дальнейшем их мощность будет увеличена более чем вдвое. На Ново-Горьковском нефтеперерабатывающем заводе в результате улучшения технологического процесса сброс неочищенных стоков в водоем прекращен. В прудах-отстойниках разводят рыбу. Уральский алюминиевый завод в Каменске-Уральском построил комплекс очистных устройств с оборотным водоснабжением, канализацию с очистными сооружениями. Надо подчеркнуть, что ни одно вновь строящееся или подвергнутое реконструкции промышленное предприятие не вводится в эксплуатацию до тех пор, пока не будут готовы сооружения для очистки загрязненных вод.

За последнее десятилетие на Урале построено Верхнемакаровское водохранилище на реке Чусовой и Нязепетровское на Уфе для водоснабжения Свердловска, первая очередь Западной фильтровальной станции для питьевого водоснабжения, бессточная система водоснабжения пеха холодного проката ВИЗа, реконструирован Режевской гидроузел. Леновский гидроузел обеспечивает производственное водоснабжение предприятий Нижнего Тагила; Черноисточинский водозабор с фильтровальной станцией — питьевое снабжение этого города; Киселевский гидроузел на реке Какве снабжает предприятия города Серова; сданы первые очереди комплексов водоснабжения в Асбесте, Краснотурьинске, Ревде, Верхотурье, Сухом Логу, Невьянске и других городах.

В этот же период улучшена эффективность работы 150 очистных сооружений, введено 160 новых комплексов, в том числе биохимическая обесфеноливающая установка на сточных водах коксохимического производства Нижнетагильского металлургического комбината, позволившая прекратить спуск в Туру грязных стоков. Обратный цикл водоснабжения осуществлен на Красноуральском медеплавильном комбинате; вступила в строй обесфеноливающая установка на стоках гидрозолоудаления Верхнетагильской ГРЭС. Получил новый цех очистки стоков от мышьяка и обратную систему водоснабжения Среднеуральский медеплавильный завод. Пущены сооружения по очистке маслосодержащих стоков на промышленных предприятиях в северной части Свердловска, третья очередь очистных сооружений в городе Богдановиче. Работы в этом направлении продолжаются.

Современные масштабы хозяйственной деятельности настоятельно требуют проведения серьезных мер по охране и рациональному использованию водных ресурсов. Конституция СССР законодательно закрепила охрану природы в нашей стране как одну из важнейших государственных задач. Центральный Комитет Коммунистической партии, Советское правительство уделяют много внимания вопросам рационального использования и охраны водных богатств страны. Проводимые практические мероприятия дают основание утверждать, что в ближайшие десятилетия в нашей стране будет полностью прекращен спуск сточных вод в реки.

К сожалению, в мире дело с водой обстоит далеко не так благополучно. Но об этом мы поговорим в следующей главе.

нин требовал толкового и эффективного использования всех природных богатств. Хорошо известен ленинский декрет «Об организации оросительных работ в Туркестане» (1918). По этому декрету на развитие ирригации было ассигновано 50 миллионов рублей и тем самым положено начало осуществлению грандиозной программы мелиорации земель нашей Родины. Комиссия ВСНХ разработала план орошения Голодной степи и создания будущей хлопковой базы страны.

Заметим, что через несколько лет по инициативе В. И. Ленина разрабатывается план электрификации страны, в котором учтены и гидроресурсы.

В апреле 1921 года В. И. Ленин направляет письмо «Товарищам коммунистам Азербайджана, Грузии, Армении, Дагестана, Горской республики», где указывает на необходимость сразу «начать крупные работы электрификации, орошения. Орошение больше всего нужно и больше всего пересоздаст край, возродит его, похоронит прошлое, укрепит переход к социализму»¹.

Большой интерес проявлял В. И. Ленин к освоению обширных земель Муганской и Ширванской степей, где для орошения использовали воды Куры и Аракса.

С тех пор прошли годы. Сейчас можно только поражаться, какую громадную работу проделал советский народ под руководством Коммунистической партии по осуществлению ленинских заветов. За годы Советской власти водное хозяйство превратилось в современную, технически оснащенную отрасль. Вот некоторые показательные цифры. Если в 1937 году задержанный водохранилищами объем стока рек составил 70 кубических километров, то в 1957 году уже 125, в 1965-м — 450 кубических кило-

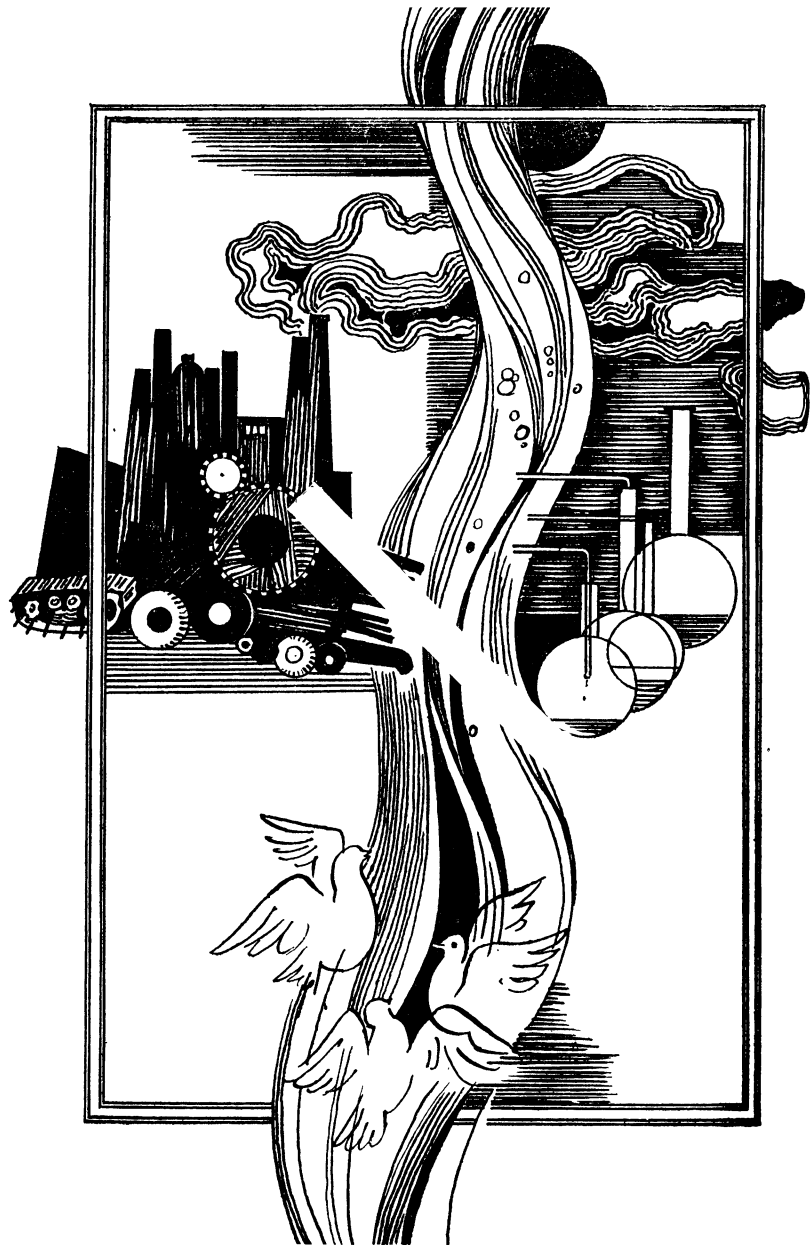
¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 43, с. 200.

метров; теперь только в 150 крупнейших водохранилищах собирается около 1000 кубических километров воды, что составляет почти треть устойчивого меженного стока рек нашей страны. А это значит, что тысяча кубических километров естественных водных ресурсов страны взяты под постоянный контроль и управление, поставлены на службу народному хозяйству. Построены крупнейшие водохранилища на Волге (Волгоградское, Горьковское, Куйбышевское и др.), Дону (Цимлянское), Каме (Камское и Воткинское), на Енисее (Красноярское), Ангаре (Иркутское, Братское), Иртыше (Бухтарминское, Усть-Каменогорское) и многих других реках Советского Союза.

Широкий размах получила ирригация. Сооружены Большой Ферганский канал, Советский, Айчирлынский, Самур-Дивиченский, Каракумский, Амур-Каракульский, Северо-Крымский и другие. Созданы каналы по переброске воды, соизмеряемые с крупнейшими реками, — имени Москвы, Каракумский, Карагандинский, Волго-Донской, Большой Ферганский, Невинномысский, Саратовский, Беломоро-Балтийский и другие. Коренным образом изменилось водное хозяйство и в нашем крае.

На предприятиях и в городах, расположенных на территории Волжского и Уральского водных бассейнов, за последние десятилетия построено свыше 800 комплексов очистных сооружений и обезвреживающих устройств общей мощностью более четырех миллионов кубометров в сутки, в результате сброс загрязненных вод значительно уменьшен. Мощности систем оборотного водоснабжения возросли до 140 миллионов кубометров в сутки.

Многие промышленные предприятия при эксплуатации очистных сооружений добиваются высокой эффективности. Они либо совсем прекращают сброс сточных вод в водоемы, либо сбрасывают незначи-



ЧЕЛОВЕК РОЖДАЕТ ПРОБЛЕМУ

Ученые подсчитали: если мы будем расходовать ежегодно не более 20 000 кубических километров пресной воды из ресурсов, имеющихся на поверхности земного шара, этого хватит на 20 миллиардов жителей. Такой численности население Земли достигнет к 2100 году — не очень-то далекий срок.

Значит, проблема обеспечения человечества пресной водой скоро станет еще более острой. Но не запасы воды волнуют нас в первую очередь, а их состояние.

Длительное время ученые работали над наиболее полным использованием естественных водных ресурсов, изучали их влияние на материальную и духовную жизнь общества, на развитие народного хозяйства. Сейчас в центре внимания оказались взаимоотношения с гидросферой, ее изменения под влиянием нарастающих масштабов производственно-хозяйственной деятельности.

В нашей стране охрана природы, в частности водных ресурсов, как вы знаете, является делом всего народа и важнейшей государственной задачей. Л. И. Брежнев сказал: «Бурный рост науки и техники делает особенно актуальной вечную проблему отношений между человеком и природой. Еще первые социалисты считали, что важной чертой общества будущего явится сближение человека с природой. С тех пор прошли века. Построив новое общество, мы воплотили в жизнь многое из того, о чем могли лишь мечтать предшественники научного социализма. Но природа не утратила для нас своей огромной ценности и как первоисточник материаль-

ных благ, и как неиссякаемый источник здоровья, радости, любви к жизни и духовного богатства каждого человека.

Обо всем этом хочется напомнить, чтобы подчеркнуть, как важно беречь природу, охранять и приумножать ее богатства. Хозяйское, рачительное использование естественных ресурсов, забота о земле, о лесе, о реках и чистом воздухе, о растительном и животном мире — все это наше кровное коммунистическое дело. Мы должны сохранить и украсить нашу землю для нынешних и будущих поколений советских людей»¹.

Охрана природы, охрана водных ресурсов стали первоочередной проблемой лишь немногим более десяти лет назад. Научно-технический прогресс активно влияет на окружающую среду и сопровождается быстрой перестройкой природы, особенно ее живой части. Сокращаются площади лесов, кое-где место естественных биологических сообществ (биоценозов) заняли искусственные; меняется состав поверхностных и подземных вод; в биосфере появились не свойственные ей канцерогенные вещества.

Выступая на четвертой сессии Верховного Совета СССР восьмого созыва, председатель Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике академик В. А. Кириллин сказал: «Нехватка чистой пресной воды, загрязнение воздуха, эрозия почв сегодня стали, к сожалению, реальным фактом».

Изменение качества природных вод вызвано двумя главными причинами, порожденными деятельностью человека. Это принудительная дифференциация вещества земной коры и внедрение в биосферу

¹ Брежнев Л. И. Ленинским курсом. Речи и статьи. Т. 2, М., Политиздат, 1973, с. 103.

не свойственных ей, искусственно созданных человеком веществ.

Давайте подумаем над некоторыми цифрами. Ежегодно при строительных и горных работах перемещается более четырех тысяч кубических километров породы, из недр мы извлекаем более ста миллиардов тонн руды, сжигаем семь миллиардов тонн условного топлива, вносим на поля 300 миллионов тонн минеральных удобрений и четыре миллиона тонн ядохимикатов. В то же время в атмосферу выбрасывается 23 миллиарда тонн углекислоты и более одного миллиарда тонн других соединений. Все больше в биосфере рассеивается железа, меди, цинка, мышьяка, ртути, бериллия, кадмия, селена, свинца, кобальта, урана и других элементов. Искусственное поступление химических элементов из недр на поверхность Земли уже в сто раз больше естественного.

Добыча руды и производство металлов удваиваются примерно каждые десять лет. Железа сейчас производится более 500 миллионов тонн в год. Около четверти этого количества составляют необратимые потери, которые загрязняют биосферу. Цветных металлов утрачивается еще больше — до 60—70 процентов. Значительная часть рассеивающихся металлов неизбежно попадает в природные воды. Вот доказательство: содержание свинца в морской воде за последние 20 лет возросло в 10 раз.

В мире вырабатывается полтора-два миллиона тонн химических средств защиты растений, они неблагоприятно влияют на чистоту воды. А водный транспорт? Только в результате аварий и промывки танкеров в воду ежегодно попадает до полутора миллионов тонн нефти.

В хозяйственный оборот включаются все новые земли. За последние 50—60 лет площадь пашни удвоилась, а лесов стало на одну треть меньше.

Следует отметить, что нерациональное использование в современном производстве сырья, энергии, почв, воды и других природных ресурсов во многом вызвано недостаточно эффективной технологией: крайне низок коэффициент полезного действия энергетических установок, оставляет желать лучшего существующая техника добычи, обогащения и переработки сырья, утилизации и очистки производственных отходов.

Примеси органических веществ, попадая в водоемы, нарушают установившееся равновесие. Бурно размножаются сине-зеленые водоросли, что ведет к снижению питьевых качеств воды, губительно сказывается на рыбе. Человеческая деятельность — могучий фактор, природа не в состоянии ему противостоять: ведь мы наступаем на природу во всеоружии современной техники, а биосфера восстанавливается и самоочищается лишь с помощью присущих ей стихийных физико-химических и биологических процессов. Об этом предупреждал еще Ф. Энгельс: «Не будем, однако, слишком обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам мстит. Каждая из этих побед имеет, правда, в первую очередь те последствия, на которые мы рассчитывали, но во вторую и третью очереди совсем другие, непредвиденные последствия, которые очень часто уничтожают значение первых»¹.

Научно-технический прогресс, как мы убедились, несет и осложнения, которые усугубляются нашим незнанием всех закономерностей развития естественной природы и отсутствием надежных прогнозов, дающих возможность предвидеть и предотвратить нежелательные последствия.

Только познание закономерностей развития природы и их разумное использование позволят пра-

¹ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 495—496.

вильно сочетать технический прогресс с сохранением и оздоровлением окружающей среды. К. Маркс писал: «Даже целое общество, нация и даже все одновременно существующие общества, взятые вместе, не есть собственники Земли. Они лишь ее владельцы, пользующиеся ею, и... они должны оставить ее улучшенной последующим поколениям»¹.

Для борьбы с загрязнением выделяются огромные ассигнования. Но, к сожалению, часто силы и средства тратятся нерационально: их расходуют не на то, чтобы прекратить загрязнение, а лишь бы сделать его менее вредным для окружающей среды. Разумеется, человечество не может отказаться от потребления природных богатств или сократить темпы их освоения. Поэтому проблемы охраны окружающей среды и эффективного использования природных ресурсов следует рассматривать вместе.

Природа устроена так, что в ней нет ненужных, вредных отходов. В биосфере существует свой порядок — биологический круговорот веществ: одни организмы, используя в качестве средств существования тела и продукты распада других, в свою очередь, отдают то, что могут использовать третьи. Особенно велика роль микроорганизмов. Питаясь остатками органических веществ, они разрушают их и в конечном счете превращают в минеральные соли, которые используют для питания зеленые растения. Эти микроорганизмы-разрушители (деструкторы) как бы завершают цикл биологического круговорота веществ.

В процессе развития биосферы постоянно проявлялись две тенденции: с одной стороны, усиление воздействия организмов на неживую природу посредством появления новых форм, новых приспособлений; с другой — включение в биологический кру-

¹ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 25, ч. 2, с. 337.

говорот каждого нового завоевания жизни с помощью организмов — деструкторов. Единство этих процессов обеспечивало прогрессивное развитие биосферы на протяжении миллиардов лет.

До недавнего времени и человек, как все живые существа, брал у биосферы средства к существованию, отдавая ей то, что могли использовать другие. Микроорганизмы способствовали включению отходов хозяйственной деятельности в биологический круговорот планеты. Продолжая изымать сырье, необходимое для обеспечения технического прогресса, перерабатывая его, ныне человек начал вносить в природу кроме не свойственных ей веществ и того, что не могут использовать живые существа планеты, еще и вредные, ядовитые вещества.

Резко усилились противоречия между темпами научно-технического прогресса и темпами воспроизводства возобновляемых природных ресурсов, образовался разрыв, который препятствует поддержанию нормальных условий в окружающей среде. Биологический круговорот становится все более незамкнутым, разрушается миллиардами лет формировавшаяся структура биосферы, ее циклическая организация и, что самое главное, способность к самоочищению.

Естественно возникает вопрос: значит, это неизбежный и неуправляемый процесс? Напомню, что писал об этом Ф. Энгельс: «...жизненные условия, окружающие человечество и до сих пор над ним господствовавшие, попадут под власть и контроль людей, которые впервые станут действительным и сознательным повелителем природы, и именно в той мере, в какой они станут господами своих собственных общественных отношений»¹. Пора прислушаться к этому и пересмотреть отношение к окружающей нас природе. Человечество должно считать себя ча-

¹ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 14, с. 286.

тью общего жизненного процесса на Земле. А это значит, что общественная деятельность людей представляет собой часть биосферы и техника не что-то чужое биосфере, как это утверждают некоторые буржуазные ученые, а качественно новый этап ее развития. Человеческое общество, будучи частью биосферы, должно подчиняться ее законам. Конечно, в нем действуют и особые социальные законы, но они не перечеркивают общих законов развития биосферы и по своей сущности не противоречат им.

Эволюция органического мира Земли прошла несколько этапов. На первом этапе возник биологический круговорот — биосфера. Второй был ознаменован появлением многоклеточных организмов, что привело к усложнению циклической структуры жизни. Эти два этапа развивались под влиянием чисто биологических законов. Третий этап начался с возникновения человеческого общества. Человек вошел в состав биосферы как один из представителей ее животного мира, но вскоре занял в ней совершенно особое положение. Сначала руководствуясь инстинктами, затем приобретенным жизненным опытом, а позднее вооружась научным пониманием процессов, происходящих в биосфере, человек быстро вырвался из плена естественных природных зависимостей. Трудовая деятельность превратила его в явление социальное, а совокупность людей — в человеческое общество.

Постепенно оно усиливает свое влияние на природную среду, которое в настоящее время уже соизмеримо с действием самых мощных естественных сил. С момента образования человеческого общества начала формироваться техносфера. В процессе производства и жизни человека происходит обмен веществ между обществом и природой. Созидательная по своим целям деятельность человека тем не менее отрицательно влияет на окружающую среду.

Но возможны и разумные взаимоотношения человека с природой. В XX веке в недрах биосферы формируется ноосфера — сфера разума. Впервые научное материалистическое представление о ноосфере как о новом этапе развития биосферы — этапе разумного регулирования отношений человека и природы — разработал академик В. И. Вернадский. На наших глазах совершается революционный переход от стихийной биологической эволюции Земли к осознанно управляемой эволюции — ноогенезу. С этих позиций понятие «охрана окружающей среды» приобретает иное звучание, уже не однозначное. Раскрывая скобки, советский ученый М. М. Камшилов пишет: «...не охрана природы как таковой, а сознательное, разумное регулирование постоянно изменяющихся отношений человеческого общества и природы... Управление биосферой — это прежде всего процесс непрерывного исправления возникающих под влиянием человеческой деятельности нарушений в биологическом круговороте»¹.

Итак, перед нами встала задача: научиться сознательно регулировать обмен веществ между человеком и остальной органической жизнью планеты, включаться в биологический круговорот планеты. Огромная роль здесь принадлежит науке. «К ее функциям как средства познания окружающей действительности и основы технического прогресса прибавляется новая, третья функция — наука становится средством выживания человечества в условиях научно-технической революции»².

Схематически хозяйственная деятельность человека выглядит так: общество берет у природы сырье, создает продукт, потребляет его, в результате обра-

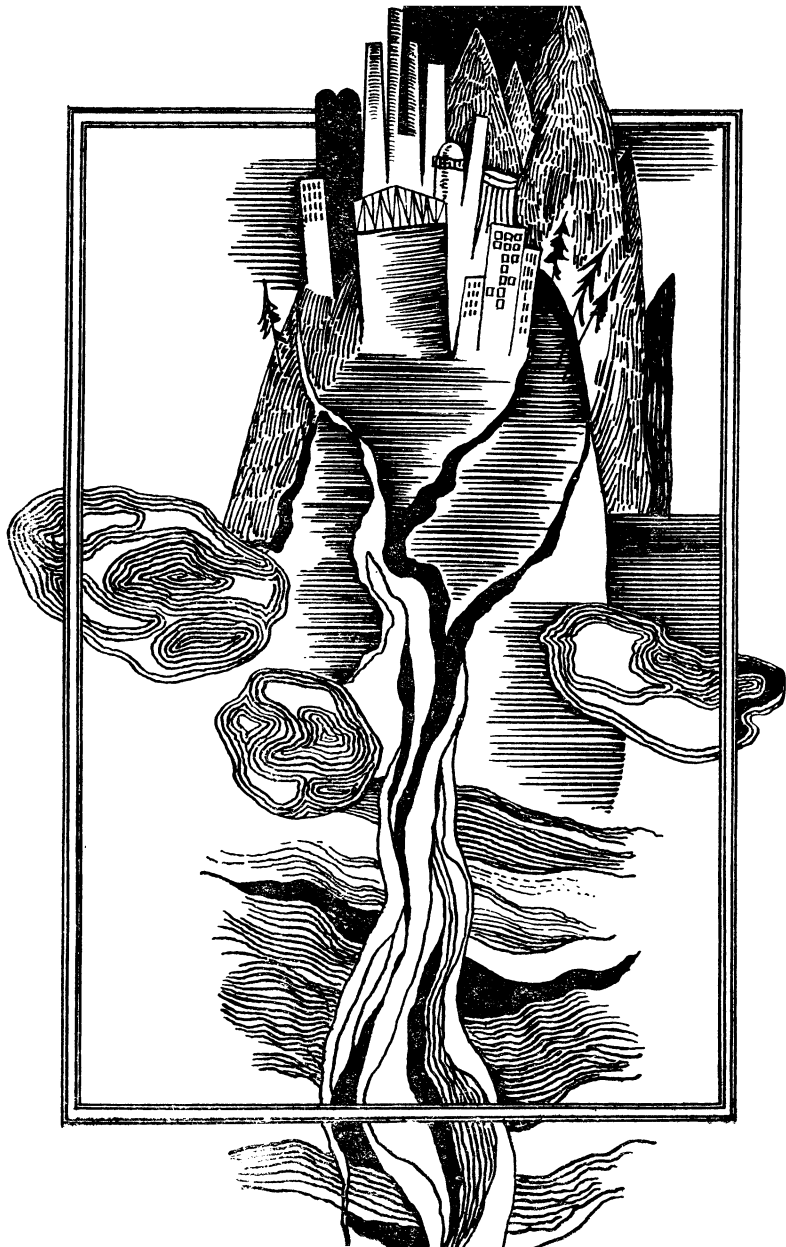
¹ Камшилов М. М. Эволюция биосферы. М., «Наука», 1974, с. 234.

² Камшилов М. М. Эволюция биосферы, с. 234.

зуются отходы производства, частично используемые повторно в качестве сырья. Но цикл производственной деятельности замкнут не полностью, во всяком случае значительно хуже, чем в природных биологических сообществах. В процессе хозяйственной деятельности в лучшем случае половина неиспользованного сырья возвращается в производство, остальное рассеивается, загрязняя биосферу, в том числе и природные воды.

Стало быть, надо создать такие производственные условия, такие технологические процессы, чтобы все отходы утилизировались биосферой без ущерба для нее. Только этим путем можно достичь минимального выхода из биологического круговорота химических элементов, способных включаться в водную миграцию. Техника должна стать более экологичной. С другой стороны, для уменьшения противоречий между техническим прогрессом и окружающей средой надо вооружить природу технически, то есть обеспечить ее настолько совершенными очистными сооружениями, чтобы они усилили собственную ей способность к самоочищению. Этот процесс знаменует новый этап во взаимоотношениях человека и биосферы.

Итак, в мире отчетливо видны три аспекта проблемы взаимоотношений человека и воды. Первый — экологический, обусловленный загрязнением окружающей среды и нарушением биологического равновесия в системе человек — живая природа; второй — технико-экономический, вызванный дефицитом пресной воды в отдельных районах и рассматривающий возможности покрытия этого дефицита техническими средствами; и, наконец, третий — социально-экономический, так как в целом проблема может быть решена только совместными усилиями общества, государства или даже многих стран.



ЧТО «ПЬЕТ» УРАЛ

Мы с вами живем и трудимся на Урале. Красив старей седой Урал, так много видевший, переживший. Вспомните Мамина-Сибиряка, Бажова или других замечательных русских и советских писателей. С какой любовью они рассказывают о красе и гордости нашего края — реках, озерах, лесах, кладовых полезных ископаемых.

А вот что пишет Ф. Д. Нефедов: «Знаете ли вы страну дивных красот природы, неисчерпаемых богатств золота и серебра, драгоценных камней и всяких сокровищ — страну, где тысячи прекрасных рек и речек? Прекрасная, чудная, божественная страна!»

Трудно переоценить значение Урала в истории Российского государства, его роль в годы становления и развития социалистического Отечества. В тяжелое время войны здесь ковалось оружие для великой победы. Не сдал он своих позиций и сегодня. Современная промышленная его часть, включающая Свердловскую, Челябинскую, Курганскую, Пермскую, Оренбургскую области, Башкирскую и Удмуртскую автономные республики, — это мощный, сложный и разнообразный по своей структуре народнохозяйственный регион. Его территория — 824 тысячи квадратных километров, население — несколько миллионов человек, две трети из них живут в городах и рабочих поселках.

Урал относится к наиболее развитым промышленным районам страны. Основу его промышленного комплекса составляют отрасли, развившиеся на базе местных природных ресурсов. Важнейшие из них — машиностроение, металлургическая, химическая, гор-

подобывающая, лесная, деревообрабатывающая, энергетика. Сегодня Урал производит значительную часть общесоюзной валовой промышленной продукции; на его долю приходится треть общесоюзного производства стали, 36 процентов металлических труб, 86 — сортового асбеста, почти половина калийных удобрений, бокситы. Значительно и сельское хозяйство Урала, его пашня — 18 миллионов гектаров, доля в общем объеме валовой сельскохозяйственной продукции Российской Федерации — 18,3 процента.

Особенности экономики Урала определили основной путь развития сельского хозяйства: это интенсификация, включающая гидромелиорацию, химизацию, механизацию. А они, в свою очередь, требуют изыскания новых источников воды и рационального использования имеющихся.

Сколько же у нас в запасе воды? Предлагаю поближе познакомиться с источниками, питающими нас и наше народное хозяйство.

Семьдесят тысяч рек...

Большая меридиональная протяженность Урала предопределила разнообразие его водности: избыточное увлажнение на севере, где тепла недостаточно, а влаги много и, наоборот, недостаточное увлажнение в южных степной и лесостепной зонах, где избыток тепла и недостаток влаги.

Рек на Урале много — около 70 тысяч, но большей частью они невелики. Если разделить всю территорию Урала по крупным рекам, то можно выделить три бассейна — Камы, Урала (несут свои воды в Каспийское море) и Тобола (несет воды в Карское море).

Реки имеют огромное значение в экономике края. Особенно велика их роль как источника водоснаб-

жения населения, промышленных предприятий, сельского хозяйства. Посмотрите на карту. Большая часть рек горной области, как правило, имеет характер типичных горных потоков с крутым падением, быстрым течением. Здесь и на западном склоне Урала сеть рек наиболее густа.

Самая большая по протяженности река нашего края — Урал — образуется от слияния четырех ключей у подножия хребта Уй-Там, вблизи сопки Пальпы течет по территории Челябинской, Оренбургской, Уральской, Гурьевской областей и Башкирской АССР.

Распределение стока Урала в течение года крайне неравномерно. Большая его часть приходится на весеннее половодье, когда река сбрасывает 70—80, а в отдельные годы до 90 процентов годового объема. Урал поит и снабжает водой Магнитогорск, Орск, Новотроицк, Оренбург.

На территории Башкирии в него впадают многочисленные притоки: Миндяк, Шагарка, Барая, Бирса, Курган, Туста и другие, которые дают воду поселкам, селам и деревням. В среднем течении в Урал впадают самые крупные притоки — слева Гумбейка, Зингейка, Суундук, Кумак, Орь, Буртя, справа — Большой Кизил, Худолаз, Таналык, Губерля, Сакмара.

Наиболее живописной рекой Южного Урала считается Сакмара. Она берет начало на восточных склонах хребта Урал-Тау, на высоте 680 метров над уровнем моря, и течет по долине, ограниченной хребтами Урал-Тау и Ирендык, в меридиональном направлении, но в районе станции Кувандык резко поворачивает на запад и вплоть до устья течет в широтном направлении.

Сакмара по-башкирски — змея. Змеей она извивается по широкой долине, изобилующей плесами и перекатами, принимая множество горных прито-

ков, течет то медленно, то быстро, то разливаясь, то сужаясь. По Сакмаре проходит один из увлекательнейших туристских маршрутов.

Бассейн другой большой реки — Тобола — захватывает территорию Свердловской, Челябинской, Курганской и Кустанайской областей. Самые многоводные реки бассейна — Тавда, Тура, Исеть, Аят, левые притоки Тобола — текут с северо-запада на юго-восток и занимают в основном северную и центральную части водосбора.

Большинство рек берет начало на восточном склоне Уральского хребта, поэтому в верховьях они представляют собой полугорные быстрые потоки. При выходе на равнину скорость течения снижается, и реки продолжают свой путь в хорошо разработанных, широких, извилистых, часто заболоченных долинах. Равнинная местность, низкое положение пойм и малые уклоны Тобола, Исети, Ницы, Пышмы способствуют образованию множества рукавов.

Все левые притоки, формирующие основной объем стока Тобола, родом из горной части Южного и Среднего Урала. Наиболее многоводный из них — Тавда. Она образуется от слияния Лозьвы и Сосьвы и принимает более двухсот больших и малых притоков. Площадь ее водосбора достигает 90,5 тысячи квадратных километров. Бассейн Тавды — это еще не полностью освоенный край богатырских лесов, неисчерпаемых подземных кладовых и других природных ресурсов.

Лозьва зарождается у подножия самой северной вершины Уральского хребта на территории Свердловской области — горы Оторген (1182 м), в малоисследованной местности. Она течет с севера на юг, а после Ивделя поворачивает на юго-восток и на 627-м километре сливается с Сосьвой, образуя Тавду.

Лозьва принимает речки Ивдель, Пыновку, Ляв-

динку, Тамгу, Понил, Арию, Синдею, Синтурку и многие другие.

Одна из многоводных рек Тавдинского бассейна — Пелым — берет начало на севере Свердловской области и протекает через таежную малонаселенную и слабообжитую местность.

Крупнейшая река Предуралья — Кама — от истоков до впадения в Волгу собирает воду с площади 522 тысяч квадратных километров и более многоводна, чем всемирно известный Нил. Кама — равнинная река, ежегодно она выносит в Волгу около 130 миллиардов кубических метров воды.

Истоки Камы — на Верхнекамской возвышенности. Вот как поэтично описывает эти места географ В. К. Головкин:

«Лесная извилистая дорожка привела от железнодорожной станции Кез к селу Карпушата. На окраине его, там, где тонкие стройные березы плотным кольцом окружили небольшой тенистый ложок, бьет родник. Небольшая круглая ямка наполнена хрустально чистой водой. Со дна светлым столбиком пробивается тоненькая струйка, перекачивает по песчаному дну мелкие разноцветные камешки. Над родничком сруб с тесовой крышей, как над колодцем.

Узкий ручеек, бойко перепрыгивая через отполированную гальку и обходя камешки, устремляется по дну неглубокого лога, буйно поросшего черемухой и рябиной. Это — Кама, первые ее шаги!

Слившись вскоре с небольшой речкой Быструшкой, вобрав в себя холодные воды бесчисленных родников, Камский ручей постепенно набирает силы, становится речкой. В 30 километрах от истока Кама уже пригодна для сплава леса»¹.

В предгорьях Урала в Каму впадают красавица

¹ Головкин В. К. Завтрашний день Камы. Пермское кн. изд-во, 1969, с. 5.

Вишера, горная Косьва, К бассейну Камы принадлежат Чусовая, Уфа, Белая, сотни, даже тысячи больших и малых рек. Во время ссылки Надежда Константиновна Крупская совершила поездку на пароходе по Уфе и впоследствии называла ее живописные окрестности «Русской Швейцарией».

Сестра В. И. Ленина А. И. Елизарова вспоминала: «Путешествие это я хорошо запомнила. Был июнь месяц, река была в разливе, и ехать по Волге, потом по Каме и, наконец, по Белой было дивно хорошо. Мы проводили все дни на палубе. Володя был в самом жизнерадостном настроении, с наслаждением вдыхая чудный воздух с реки и окрестных лесов. Помню наши с ним подолгу в ночь затягивавшиеся беседы на пустынной верхней палубе маленького парохода, двигавшегося по Каме и по Белой»¹.

Трудно, просто невозможно описать все красоты Урала. Скажу лишь, что реки — это не только живительная влага для его населения, сырье и энергия для заводов. С ними связана частица истории. Недаром уральские писатели с такой любовью рисуют в своих произведениях природу нашего края, неотъемлемая часть которой — реки. Помните у П. П. Бажова: «— Здравствуй, матушка Сысерть, с крутыми горами! Здравствуй, быстрая река, с темными богами!

Так пела «мастеровщина» о своем заводе и речке.

Гор, правда, там нет, но небольшие увалы, отроги Уральского хребта, густо покрытые сосновым лесом, со всех сторон окружили завод и так «ловко стали» около речки, что дали возможность легко ее запрудить.

Четыре заводских пруда имеются на этой малень-

¹ Воспоминания о Ленине. Т. 1. М., Госполитиздат, 1956. с. 50.

кой речке: Верхнезаводский — самый большой, Сысертский, на котором стоит главный завод округа, Механический и Ильинский»¹.

Природные условия — сложный рельеф, геологическое строение, климат — определили особенности уральских рек, характер их течения, или, как говорят специалисты, гидрологический режим, время замерзания и вскрытия. Уральские реки имеют четко выраженное весеннее половодье, летне-осенние дождевые паводки и длительные устойчивые зимнюю и летнюю межень. Они питаются преимущественно снеговыми водами, а в период летней и зимней межени — за счет подземных источников.

Густота речной сети и полноводность рек нашего края неодинаковы. У гидрологов есть такой показатель: количество воды, формирующееся на площади в один квадратный километр в единицу времени, например в секунду, называется модулем стока. Так вот, модуль стока рек Урала колеблется от 0,2 до 25 литров в секунду. Наибольший годовой сток — в горной части Урала, наименьший — в засушливых южных районах. Подвержен он колебаниям и от года к году: в иные годы превышает средние показатели в 1,5—5 раз, в другие — снижается до 0,1—0,6 от средних многолетних.

Обеспеченность водой в какой-то степени может быть охарактеризована речным стоком. По подсчетам гидрологов, на Урале он составляет 136 кубических километров в год. Из этого следует, что средняя водность территории равна 157 тысячам кубометров с квадратного километра, а средняя обеспеченность одного человека — 6,8 тысячи кубометров в год. Но надо иметь в виду, что эти ресурсы распределены крайне неравномерно: на территории

¹ Бажов П. П. Избранное. Средне-Уральское кн. изд-во, 1978, с. 305.

Свердловской области, например, из 29 кубических километров речного стока в год 16 формируются в северных малообжитых районах.

К тому же основной сток приходится на весеннее половодье, а народное хозяйство использует воду равномерно на протяжении всего года. Значит, в оценке ресурсов правильнее исходить из величины стока в течение всего календарного года. Таким образом, реальные, или, как говорят специалисты, эксплуатационные, ресурсы поверхностных вод Урала составляют примерно 78 кубических километров в средний по водности год, а в маловодный и того меньше — всего 48.

Весьма значительны запасы энергии уральских рек — около четырех миллионов киловатт! Но использовать ее нелегко, потому что она рассредоточена. Наибольшее гидроэнергетическое значение имеет Кама, на ней построены две электростанции — Камская и Воткинская. На остальных реках действует еще около десятка мелких ГЭС.

Вообще на долю гидроэлектростанций приходится лишь одна десятая всей вырабатываемой электроэнергии, они выполняют роль резерва в часы «пик». Правда, пока освоено 14 процентов technically возможного водноэнергетического потенциала. В перспективе планируются ГЭС на Белой, Вишере, Чусовой, Уфе. Со строительством Верхнекамской и Нижнекамской ГЭС возможности Камы практически будут исчерпаны.

Большое значение для увеличения гидроэнергетического потенциала Камы имеет намечаемая переброска части стока северных рек, которая позволит дополнительно вырабатывать до миллиарда киловатт-часов.

Многие наши реки судоходны. Речной транспорт берет на себя около десяти процентов всех грузоперевозок. Наибольшее значение имеет Камская си-

стема, связывающая нас с центральными районами страны. Судоходны также Тавда, Тобол в среднем течении, Урал ниже Оренбурга. В целом длина эксплуатируемых голубых дорог около 35 тысяч километров. Из них для судоходства используется меньше половины.

Издавна Урал славился своими рыбными богатствами. В Лозье, Сосьве, Надыме, Конде до сих пор сохранились нерестилища осетра, муксуна, чира, омуля, тайменя, пеляди, нельмы, стерляди, миноги. Но теперь картина другая: рыбы стало значительно меньше, исчезают ценные породы.

Камский бассейн из-за интенсивного судоходства, строительства громадных гидроэнергетических объектов, а также частичного загрязнения почти утратил свои рыбные богатства. То же самое произошло с рекой Урал. К счастью, в результате проведения целого комплекса мер в Урале восстанавливаются нерестилища рыб ценных пород.

Большой ущерб рыбному хозяйству нанесен сбросом сточных вод промышленных предприятий, засорением от лесосплава и гидротехнического строительства. Общий ущерб исчисляется в 30 тысяч центнеров рыбы в год. Специалисты рыбного хозяйства, естественно, не хотят с этим мириться, ведь при благоприятных условиях только камские водохранилища могут дать 80 тысяч центнеров рыбы в год. Создаются питомники для разведения рыбы и последующего расселения ее в уральских водоемах.

...И тридцать тысяч озер

На Урале, особенно в Зауралье, много озер. Общая площадь их водной поверхности достигает 10 тысяч квадратных километров, хотя размеры каждого чаще всего невелики. Крупные же озера с площадью водного зеркала более 50 квадратных километров

наперечет: Увильды, Иртяш, Айбыкуль, Уелги, Пелымский Туман и некоторые другие. Глубина озер колеблется от полуметра до 50 метров, но преобладают озера с глубиной не более двух-трех метров, самые глубокие — Увильды, Тургойк, Большой Кисегач, Большое, Белое, Рогалек.

От размера котловины зависит и объем воды. Наибольший запас — в озере Увильды, он немного превышает кубический километр. А объем воды всех уральских озер — около семи кубических километров.

Кроме воды озера содержат еще многие природные ресурсы: минеральные воды, донные и береговые отложения — пески, гравий, соли; органические ресурсы — погруженную и полупогруженную растительность, сенокосные угодья озерных лиманов, торф, сапропели; живые организмы — рыбу, водоплавающих и береговых птиц, береговых млекопитающих. Но самое главное богатство — сама озерная вода.

Не все эти ресурсы используются, хотя по берегам есть благоприятные места для поселений, отдыха, лечения, существуют угодья для разведения домашней водоплавающей птицы, рыбы, пушных зверей.

Торфяные запасы уральских озер составляют более трети всех выявленных и учтенных в стране. Это топливо для предприятий, удобрение для сельского хозяйства.

В уральских озерах есть сапропель. Общие запасы его достигают двух миллиардов кубометров. В Свердловской области наиболее крупные залежи в Балтыме, Шарташе, Диком и других, в Челябинской области сапропель найден на озерах Большой Дуванкуль, Касарги, Большое и Малое Миассово, Силач, Смолино, Сунгуч.

Он используется для подкормки сельскохозяйственных животных, как высококачественное органи-

ческое удобрение. Уральские сапропели пригодны для лечебных целей. Славятся грязелечебницы курортов «Молтаево», «Самоцвет», на Акачкуле и Боляше — курорт «Увильды» и санаторий «Кисегач», курорт «Озеро Медвежье».

По своим лечебным свойствам, терапевтическому воздействию наши сапропелевые грязи не только не уступают целебным грязям южных курортов Черноморского побережья Кавказа, но даже имеют преимущество, в частности, их значительно легче переносят больные, особенно при лечении сердечно-сосудистой и периферической нервной системы.

Запасы сапропелевых грязей в уральских озерах практически неисчерпаемы: только в небольшой группе Хомутининских озер Челябинской области они настолько велики, что их хватит на десятилетия. Далеко за пределами Урала известен Курганский бальнеогрязевой курорт «Озеро Медвежье». Кроме грязей здесь используют рапу — высокоминерализованную воду, которая способствует излечению заболеваний органов движения, нервной системы.

Не меньший интерес представляет озеро Молтаево. На одноименном грязевом курорте лечат сапропелевыми грязями. Озеро невелико, площадь водного зеркала всего 2,31 квадратного километра, наибольшая глубина — полтора метра. Вокруг чудесный лес, который создает благоприятный микроклимат: летняя жара смягчается близостью озера, зимой местность укрыта от холодных ветров, а летом вода хорошо прогревается: на глубине около одного метра температура достигает 18—23 градусов.

Хочу назвать два башкирских озера — Асли-Куль и Кандры-Куль, в которых обнаружены илы, по-видимому, имеющие лечебные свойства. Первые исследования показали, что они заслуживают детального изучения. Несомненный интерес представляет также озеро Мулдак. Берега его покрыты степными тра-

вами. Глубина невелика, вода на вкус горько-соленая, содержит сероводород. Летом сюда съезжаются «неорганизованные» больные, которых привлекает целебная грязь.

В Тюменской области самый крупный новый курорт построен на берегу озера Малый Тараскуль, где лечат сапропелевыми грязями. Питьевоe лечение базируется на минеральной бром-йодной хлоридной натриевой воде, имеющей температуру 39 градусов. Сочетание этих факторов позволяет лечить многие заболевания.

Некоторые озера нашего края — уникальные природные образования, они объявлены заповедниками или отнесены к памятникам природы. В районе Всеволодо-Благодатского, что вблизи Североуральска, расположена группа таких озер: Верхнее, Нижнее, Светлое, Дикое, Благодатское. В них собраны представители разнообразнейшего животного и растительного мира. Сейчас здесь ведется научная работа, цель которой — изучить акклиматизацию на Северном Урале ценных в промысловом отношении животных, ондатры, выдры, водяной крысы, сиговых рыб.

Общеизвестны озера Ильменского заповедника, их около 50. Предполагается отнести к памятникам природы озеро Тургояк. Мелкие речки, впадающие в него, заселены колониями бобра. Здесь хорошая экспериментальная база для акклиматизации ценных пород рыб — рипуса, чудского сига.

Неповторимо по красоте озеро Увильды. «А Иткуль-озеро на высоком местичке пришлось. Берега — песок да камень, сухим-сухохоньки, а кругом сосна жаровая. Как свечки поставлены. Глядеть любо. Вода как стеклышко — все камни на дне сосчитай»¹.

¹ Бажов П. П. Избранное, с. 180.

Озерная вода — хорошее подспорье для водоснабжения, запасы пресных вод могут быть использованы как резерв в маловодные периоды, по прошествии которых их надо пополнять за счет избытка поверхностного стока. Особенно важно правильно пользоваться этим резервом в тех местах, где остро ощущается дефицит в воде.

А еще под землей...

Из всех видов водных ресурсов подземные имеют наибольшую ценность: они чище речных, текут более стабильно и повсюду, а главное, часто оказываются там, где других источников нет, например, в Зауралье.

Упрощенно схему их формирования можно представить следующим образом: часть атмосферных осадков просачивается в почву и дальше в глубь земли, превращаясь в то, что мы называем подземными водами. Скапливаясь на непроницаемых пластах горных пород, они образуют водоносные горизонты. Собственно вода обычно содержится в порах и более крупных пустотах обломочных пород (в песках, галечниках), в трещинах плотных пород (эффузивах, гранитах, песчаниках), в карстовых пустотах карбонатных, гипсоносных, галоидных пород. Глубина залегания подземных вод колеблется в различных районах Урала от нескольких метров до десятков и даже сотен.

В водоносном горизонте различают как бы три части: область питания, в которой происходит фильтрация атмосферных осадков, зону циркуляции, где они перемещаются в горизонтальном направлении, и область разгрузки, откуда подземная вода выходит на поверхность в виде источников.

Занимаются изучением подземных вод специалисты — гидрогеологи. Они подсчитали, что естествен-

ные ресурсы подземных вод Урала составляют 33,8 кубического километра в год. Получается, что, занимая 3,5 процента площади Советского Союза, на которой живет без малого восемь процентов населения страны, Урал располагает незначительной частью общесоюзных естественных ресурсов подземных вод. Если в среднем на одного человека у нас в стране приходится более десяти кубометров воды в сутки, то на уральца — всего пять.

Работники геологических управлений систематически ведут разведку подземных вод, определяют их запасы. На основе этих данных строят специальные сооружения для водоснабжения городов и сельских населенных пунктов. Многие уральские города — Уфа, Оренбург, Орск, Ирбит, Сухой Лог и другие — получают воду преимущественно из подземных источников.

И тем не менее подземные воды для нужд народного хозяйства привлекаются еще недостаточно: их доля в общем объеме водообеспечения всего 10 процентов. Между тем необходимость в них есть. Скажем, на Южном Урале ощущается нехватка воды для орошения и других нужд сельского хозяйства. Много разведанных месторождений подземных вод не эксплуатируется, скважины и колодцы заброшены, находятся в антисанитарном состоянии, практически не находят применения подземные воды, откачиваемые из горных выработок при добыче ископаемых.

Не секрет, что поверхностные воды во многих местах загрязнены, использование их для хозяйственно-питьевых целей сопряжено с большими затратами на очистку. Казалось бы, сам собой напрашивается вывод о целесообразности применения для этих целей подземных источников, которые намного чище. Вспоминаю выступление на одном из совещаний главного гидрогеолога Уральского геологическо-

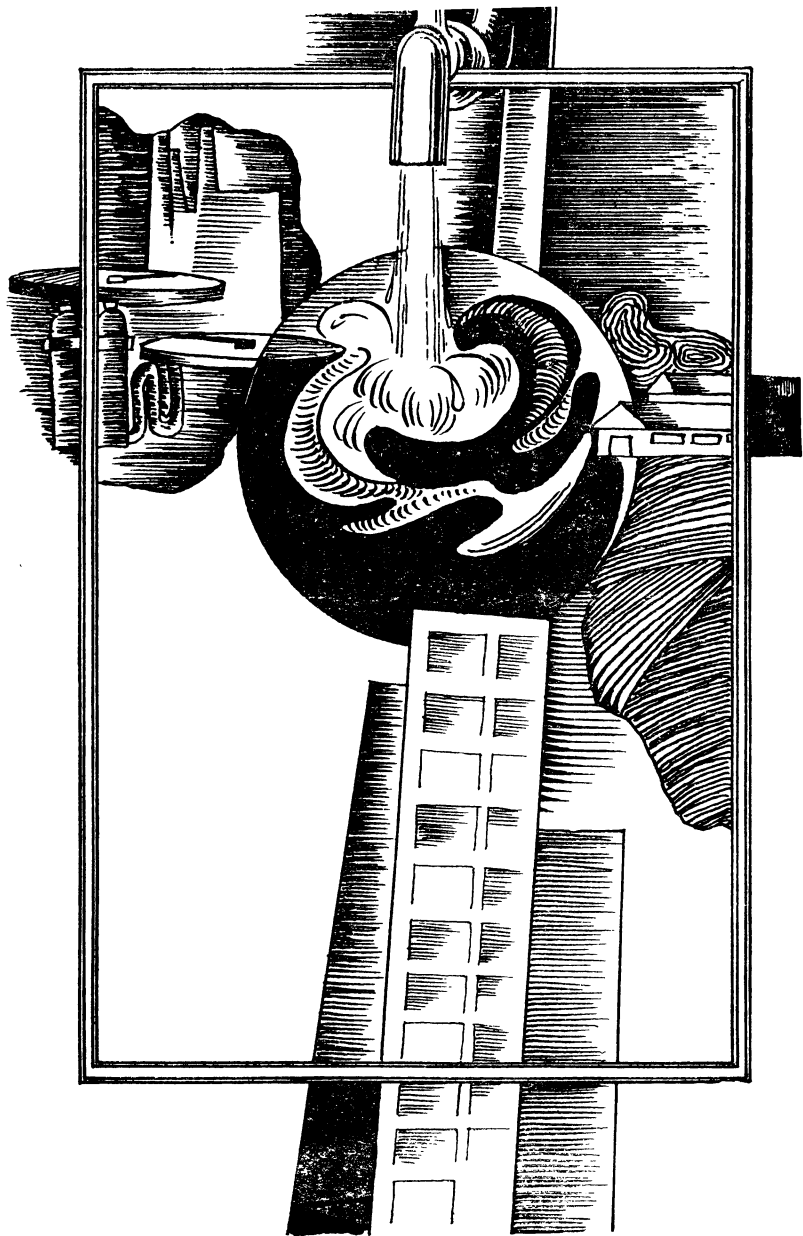
го управления С. В. Палкина, который с сожалением говорил, что сотни разведанных месторождений подземных вод не эксплуатируются. Только в Свердловской области запасы их около 600 миллионов кубометров в год, а берем мы не более 120—180. В то время как на все хозяйственно-питьевые нужды области расходуется около 400 миллионов кубометров.

Подземные воды Урала имеют значение не только для питья. Среди них встречаются уникальные по химическому составу, обладающие лечебными свойствами. На базе подземных минеральных вод созданы и функционируют известные уральские курорты «Гай», «Кисегач», «Ключи», «Курьи», «Нижние Серги», «Увильды», «Янган-Тау», «Талицкий» и другие. Каждый из них обладает своими достоинствами. Так, на курорте «Янган-Тау» для лечения используют горячий воздух и пар, выделяющийся из недр и содержащий углекислоту и радон. Нижнесергинский курорт известен своими хлоридно-натриевыми сероводородными водами.

В Южном Зауралье существуют реальные предпосылки для обнаружения глубоких термальных подземных вод. Подобные источники вскрыты при бурении нефтяных скважин, они содержат биологически активные вещества — бром, йод, кремнезем и другие, а также различные природные газы.

Ну вот, мы и познакомились с тем, какими водными запасами располагает Урал: реки, озера, подземные источники. Все они взаимосвязаны, участвуют во всеобщем круговороте природной воды. Именно эту воду мы используем для удовлетворения своих многочисленных потребностей.

А чтобы понять всю сложность и многообразие путей обеспечения народного хозяйства и населения водой, обратимся к следующей главе.



КАК «ПЬЕТ» УРАЛ

Водные ресурсы играют важную роль в комплексном развитии народного хозяйства Урала. Реконструкция предприятий, увеличение их мощностей, рост городов и поселков требуют все больше воды. Будущее экономики прямо зависит от того, насколько хорошо мы сможем удовлетворить эти потребности.

Давно прошло то время, когда пресную воду считали безграничным и бесплатным даром природы. Ныне это национальное богатство. Невозможно назвать сферу нашей жизни, в которой можно обойтись без пресной воды. Стало быть, необходимо регулировать ее расход.

Поэтому, я думаю, небезынтересно знать, кто этим занимается, что из себя представляет новая отрасль — водное хозяйство и как она выполняет свои главные функции.

«Анатомия» водного хозяйства

Немного истории. Вместе с развитием общества, научно-инженерной мысли формировалась и особая сфера человеческой деятельности — водное хозяйство. В нашем крае его значение почувствовали уже в начале XVIII столетия, когда стала развиваться промышленность. При создании каждого железоделательного завода нужна была энергия, а единственным ее источником в то время служила вода. Начали строить плотины, гидроустановки, которые приводили в движение механизмы. Водохранилища регулировали сток, по рекам сплавляли руду. Так было...

Современное водное хозяйство — мощная индустриальная отрасль, ее основные фонды только на Урале около семи миллиардов рублей.

Водное хозяйство обеспечивает нужды населения и промышленных предприятий, мелиорацию земель, транспорт и рыбоводство, туризм и спорт. Кроме того, на службах этой отрасли лежит обязанность предотвращать последствия разрушительного действия водной стихии, охрана рек и озер.

Всю водохозяйственную деятельность подразделяют на водопотребление и водопользование. Первый вид включает изъятие воды из источников и снабжение населения, промышленности, сельского хозяйства. При этом часть воды теряется, так как она входит в состав промышленной и сельскохозяйственной продукции или испаряется в процессе производства, другая часть загрязняется и в таком виде возвращается в природную среду.

Водопользование не предусматривает изъятия воды из естественных водоемов — рек, озер. При этом вода лишь используется для выполнения различных операций. Это потребности гидроэнергетики, водного транспорта, рыболовства, туризма.

На Урале существуют оба вида водохозяйственной деятельности. Так, на западе и севере наиболее развиты судоходство, гидроэнергетика, лесосплав, а на востоке и юге — водоснабжение городов, промышленности и сельского хозяйства. Там все усилия, естественно, направлены на получение большего объема воды путем зарегулирования стока рек, переброски его из одного речного бассейна в другой.

Специфическая особенность Урала — в громадном удельном весе промышленного водопотребления. Народное хозяйство нашего края ежегодно расходует 42 кубических километра воды. Этот объем распределяется примерно так: на обеспечение населения городов, рабочих поселков и деревень уходит

около четырех процентов, промышленность расходует 93 процента, на сельское хозяйство, включая орошение, тратится всего одна десятая процента, остальное непроизводительно испаряется. А в среднем по стране на долю промышленности приходится лишь 30 процентов, зато на сельское хозяйство с орошением — более пятидесяти.

Из каких источников мы получаем эти 42 кубических километра? Около трети объема изымается из рек, озер, водохранилищ. Эту воду в дальнейшем будем называть свежей водой, или первичным сырьем. После использования она возвращается в водоемы, но, как правило, загрязненной. Остальные две трети обеспечиваются оборотными системами, то есть использованная вода после соответствующей очистки вновь идет в дело, это уже вторичное сырье.

Теперь поближе познакомимся с «владениями» отрасли.

Количество и качество

Воды у нас на первый взгляд много: из 136 кубических километров речного стока в год для всевозможных нужд народного хозяйства забирается всего 15 кубических километров свежей воды. Беда только вот в чем. Во-первых, естественные водные ресурсы, как мы уже говорили, распределены по территории Урала неравномерно. Достаточно сказать, что на самые густонаселенные и развитые промышленные районы приходится лишь немногим более шести процентов. Во-вторых, поверхностные водные источники в той или иной степени загрязнены. Для этого были свои объективные причины: невиданное в истории бурное развитие промышленности в первые годы Советской власти, исключительно напряженные условия периода Великой Отечественной войны, когда на Урал были эвакуированы предприя-

тия из западных районов страны. Только в Свердловской области тогда разместили более 200 крупных предприятий, которые практически сразу стали давать продукцию. Естественно, строительство очистных сооружений в то время отодвигалось на второй план. Все это не могло не сказаться на санитарном состоянии уральских рек. Сейчас в течение года в реки сбрасывается около 13 кубических километров сточных вод. Почти половина их не проходит очистку или очищается недостаточно. Все это вызывает большую тревогу и специалистов, и общественности, потому что многие водоемы ныне находятся в неблагоприятном состоянии.

Газета «Уральский рабочий» пишет: «Полвека назад в области насчитывались десятки водоемов, прудов, созданных в свое время при зарождении и развитии промышленности на Урале. Эти пруды служили не только источником энергии для приведения в движение различных механизмов производства, но и были украшением пейзажа. А рыба, что водилась в них в изобилии, была добрым подспорьем в скудном рационе рабочих людей. И много ли из этих прудов сохранилось в наши дни? Взять, например, окрестности Нижнего Тагила. В поселках Большая Лая, Серебрянка, Черноисточинск, Висим, Висимо-Уткинск и в самом Тагиле из четырнадцати искусственных водоемов осталось восемь, причем пять из них находятся в бесхозяйственном состоянии» (1976, 26 авг.).

«Серовский рабочий» свидетельствует: «Загрязняются и наши реки. Черная речка несет в Какву производственные стоки, содержащие масла, нефтепродукты и другие вредные вещества, с металлургического и механического заводов. Болота, через которые она бежит, не в силах очистить воду от загрязнений, а искусственная очистка не производится.

Многие годы Предтурский ДОК сбрасывает сточные воды в Туру, губительно действуя на рыбу. С ГРЭС в Сосьву попадают условно чистые воды, но с температурой выше нормы, что безразлично для окружающей среды» (1976, 17 сент.).

О неблагополучии в сельской местности сигнализирует белоярская газета «Знамя»: «В селе Некрасово на речке Каменке установлено несколько насосов. Но вот беда: работающие на них механизаторы варварски относятся к природе, сбрасывают солярку, дизельное масло в речку. Сейчас этих отбросов накопилось столько, что нельзя уже близко подойти, ветер разносит зловонный запах по селу, огромные синие пятна солярки и масла плавают в реке» (1976, 5 июня).

Приблизительно такая же картина и в Челябинской области. Сошлюсь на газету «Челябинский рабочий»: «Металлургическим заводом имени Ленина, Златоустовским городским управлением коммунального хозяйства и другими предприятиями в прошлой пятилетке в очистные сооружения вложен не один миллион рублей. Но эффективность сооружений пока невелика.

На Златоустовском металлургическом заводе очищается и повторно используется только 25 процентов воды. Остальная без всякой очистки сбрасывается в реку Ай. Это ни много ни мало — 160 тысяч кубометров в сутки.

Из года в год завод спускает в реку мазут. Дело в том, что его мазутное хозяйство располагается прямо на берегу реки и постоянно загрязняет ее. Это, однако, нисколько не волнует руководителей завода» (1976, 18 мая).

Обидно, когда государство выделяет средства на охрану водного бассейна, а их не используют. Подобные факты нетрудно найти и в Свердловской области, и в Башкирии, и в Перми.

Правда, в последние годы появляются и другого рода сообщения, они говорят о том, что есть отрядные перемены. В сентябре 1976 года «Уральский рабочий» извещал: «В августе полностью прекращен сплав леса по реке Тура, Туринский леспромхоз сплавил и выгрузил последние 40 тысяч кубометров леса. Осталось очистить реку от затонувшей древесины. А ее почти за целый век, пока проходил сплав, накопилось на дне реки несметное количество».

К сожалению, таких сообщений пока мало.

Что значит сбрасывать неочищенные сточные воды? Можно провести аналогию с ложкой дегтя на бочку меда. Ведь для того чтобы загрязненную воду разбавить до приемлемой концентрации, требуется колоссальное количество чистой, свежей. Специалисты пришли к выводу, что даже прошедшая полный цикл очистки вода нуждается в пяти-восьмикратном разбавлении. А неочищенную надо разбавить, в зависимости от характера загрязнения, в 15—30 и даже 50 раз и более.

Давайте прикинем: сколько же расходуется на Урале чистой воды для разбавления стоков? Половина их проходит очистку, следовательно, требует пятикратного разбавления, остальные надо разбавить минимум в двадцатикратном размере. Значит, по самым скромным подсчетам, 230 кубических километров свежей воды необходимо только на разбавление отходов!

Неужели вся уральская вода идет на разбавление стоков? Выходит, так. Вспомните: мы имеем в среднем 136 кубических километров в год, а в маловодный год естественных ресурсов еще меньше, цифра снижается до 70—80 кубических километров. Положение, как видите, складывается нелегкое.

Есть ли выход из него? Конечно. Научная и инженерная мысль работает в этом направлении. Один из вариантов — замкнутое оборотное водоснабжение.

Уже сейчас две трети используемой народным хозяйством воды обеспечивается оборотными системами.

Кто же главный «водохлеб»?

В Основах водного законодательства Союза ССР красной строкой проходит принцип: население должно быть обеспечено водой в первую очередь в полном объеме по существующим научно обоснованным санитарно-гигиеническим нормам. Сколько же нам требуется воды? Ежегодно каждый человек пропускает через себя количество воды, равное восьмикратному весу тела, а в течение жизни около 38 тонн. Кроме того, надо мыться, стирать, мыть посуду, убирать квартиру. Причем с улучшением бытовых условий расход воды растет. В 1890 году один москвич тратил 11 литров воды в сутки, в 1914 году — 60, в 1926-м — 85, а в 1959-м — уже 561 литр!

В 1973 году на одного уральца приходилось 170 литров в сутки, в 1975 году — 200, а в 1978 году — 220 литров, и эта цифра продолжает возрастать. Хотя надо оговориться, что удельное обеспечение водой на питьевые и хозяйственно-бытовые нужды не везде на Урале одинаково. Подает нам воду сеть централизованных водопроводно-канализационных систем не только в крупных городах, но и в небольших рабочих поселках, в сельской местности. Эта сеть постоянно развивается. В перспективе планируется довести удельное потребление до 250—300 литров в сутки на человека.

Вот как решается водообеспечение совхозов засушливого Зауралья. Восточные сельскохозяйственные районы Курганской области крайне бедны пресной водой. Здесь множество озер, но вода в них, как правило, соленая. Немного помогли гидрогеологи, они развелили пресные подземные воды. Сейчас в

области свыше трех тысяч водозаборных буровых скважин и около пяти тысяч шахтных колодцев. Однако и этого недостаточно.

Принято решение построить Пресновский водопровод, соединяющий две реки — Тобол и Ишим, протяженностью 3334 километра. Он пройдет по Курганской, Кустанайской, Кокчетавской и Северо-Казахстанской областям, вбирая воду из Ишима и Тобола, а также из местных водоисточников. Водопровод будет поить 150 населенных пунктов. Грандиозное сооружение, какого история еще не знала!

Но главным потребителем воды на Урале остается промышленность. На технологические процессы идет без малого 39 кубических километров воды в год, около трети забирается непосредственно из рек, остальное покрывают оборотные системы.

Возьмем тепловые электростанции, которых на Урале около пятидесяти. Вода здесь используется для технических целей — охлаждения конденсаторов, для гидрозолоудаления, наконец, для нужд обслуживающего персонала. Все тепловые станции расходуют при нормальной работе около 600 кубометров воды в секунду. Это в два раза больше, чем река Урал вливает в Каспийское море! В перспективе с увеличением мощности электростанций расход возрастет вдвое.

Для снабжения тепловых электростанций существуют специальные водохранилища-охладители, с помощью которых создаются оборотные системы. Лет через пять их площади и емкости должны увеличиться в несколько раз.

Должен заметить, что это требует больших капитальных затрат. Вот только одна цифра: 500 миллионов рублей — столько вложено в сооружение системы оборотного водоснабжения одной из тепловых электростанций.

Чтобы не сложилось впечатление, будто тепловые электростанций расходуют чересчур много воды, скажу: именно здесь осуществлен самый высокий уровень обеспечения за счет оборотных систем, чем достигается высокая степень экономии свежей воды.

У энергетиков, эксплуатирующих водохранилища-охладители, есть свои трудности, осложнения. Одно из них — бурное развитие водной растительности, которая быстро приспосабливается к теплой воде. Например, в водохранилище-охладителе Верхнетагильской ГРЭС температура воды с мая по сентябрь на 6—7 градусов выше, чем в естественных водоемах, зимой оно вообще не замерзает. Подобная картина и на других станциях. Повышенная температура способствует интенсивному росту водной растительности, а это, в свою очередь, препятствует нормальному растеканию потока охлаждаемой воды. Иначе говоря, снижается коэффициент полезного действия водоема как охладителя. К тому же растительность засоряет решетки и сетки водозаборных сооружений. Отмирающие растения оседают на дно, нормальная работа агрегатов нарушается, выработка электроэнергии сокращается, возможны аварии.

Сохранились интересные данные по эксплуатации Среднеуральской ГРЭС (взяты 1950 год): на водозаборное сооружение поступало до пяти тонн сырой массы водорослей в сутки, в наиболее подогретых участках водохранилищ растительность покрывала до четверти площади зеркала.

После основательной подготовки Уральский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов разработал и внедрил на водохранилищах-охладителях Верхнетагильской ГРЭС биологический метод борьбы с этим бедствием. Туда поселили растительноядных рыб.

Рыба — белый амур и толстолобик — прекрасно акклиматизировалась и поедает водную растительность. Метод успешно применен на охладителях Среднеуральской ГРЭС (Исетское озеро), Егоршинской ГРЭС и других станциях.

Все это проблемы теплоэнергетики. Но есть и другие, например горячая вода. Ее на ГРЭС немало — 600 кубометров в секунду. Сейчас она частично используется для «горячего» водоснабжения городов: свердловчане получают, по существу, побочный продукт Среднеуральской ГРЭС. А прикиньте, какие перспективы открываются при более рациональном использовании всех шестисот кубометров: это и круглогодичное тепличное выращивание овощей, и разведение рыб в прудах, и бассейны в домах отдыха.

Все вы знаете, что на Урале развиты металлургическая, машиностроительная, металлообрабатывающая, химическая, горнодобывающая, лесообрабатывающая, нефтегазовая и многие другие отрасли промышленности. Пятьдесят предприятий черной металлургии ежесекундно требуют 194 кубометра воды. Вот вам еще одна река Урал! А вся уральская промышленность каждую секунду перерабатывает 1270 кубометров воды — шесть таких рек, как Урал.

Еще одно сравнение. Широко известно крупнейшее уральское озеро Увильды. Только наша промышленность ежегодно «проглатывает» 39 его объемов. Поистине ненасытный водохлеб!

Вот почему ученые и инженеры постоянно ищут возможности сокращения расхода воды в технологических процессах, уменьшения той ее части, которая забирается из природных источников, и в то же время изыскивают пути удовлетворения потребностей промышленности, улучшения окружающей нас среды.

Поговорим об этом несколько подробнее.

«Прачечные» рек

Как бы нам ни хотелось, чтобы стоки не попадали в реки, к сожалению, пока приходится с этим мириться, потому что намеченная перестройка водного хозяйства, предусматривающая постепенное отключение промышленных предприятий и городов от рек, требует громадных материальных затрат, и осуществление этого плана займет не один десяток лет. Пока инженерная мысль работает прежде всего над тем, как очистить сточные воды, чтобы свести ущерб к минимуму.

Министерство здравоохранения СССР установило предельную концентрацию различных компонентов. Это значит, что сбрасываемые стоки должны содержать такое количество взвешенных и растворенных веществ, которое после разбавления в реке не приносило бы вреда. Для этого необходима перед сбросом в естественные водоемы соответствующая очистка.

На Урале практикуют различные способы очистки стоков: механическую, физико-химическую, биохимическую. При механической обработке фильтрованием, процеживанием, отстаиванием отделяют нерастворенные вещества. Необходимые для этого сооружения есть почти на каждом предприятии. Процеживанием удается задержать сравнительно крупные частицы — более 15—20 миллиметров. Отстаивание позволяет уловить вещества, плотность которых больше или меньше воды. Для улавливания мельчайших частичек, находящихся во взвешенном состоянии (суспензии), применяют песчано-гравийные, шлаковые или другие фильтры. Одной механической очистки, как правило, недостаточно, она служит лишь первой стадией.

Сложнее химическая и физико-химическая очистка. Химические средства успешно «борются» с

растворенными минеральными веществами. И, наконец, биохимическая очистка, которая основана на способности некоторых микроорганизмов брать для своей жизнедеятельности органические вещества из сточных вод. С их помощью почти полностью удаляются органические загрязнения.

Сегодня количество очистных сооружений на Урале приближается к тысяче. Полную биологическую очистку проходят все сточные воды в Ивделе, Верхнем Тагиле, Туринске, Вишневогорске, Чайковском, Добрянске, Октябрьском, Туймазах и других городах.

Известно ли вам, что представляют из себя сточные воды города? Это жидкость темно-серого или даже черного цвета со зловонным запахом, состоящая на 99,9 процента из воды и на одну десятую из твердых веществ.

Пожалуй, здесь уместно небольшое пояснение: растворенные и нерастворенные суточные отходы жизнедеятельности одного человека в пересчете на твердое вещество составляют в среднем 165 граммов. Прикинем, сколько же получается в таком городе, как Свердловск, где живет более 1 миллиона 200 тысяч человек. Выходит 198 тонн в сутки, 72 270 тонн в год, более 1200 шестидесятитонных вагонов! Как от этих отходов избавиться? Все хозяйственно-бытовые и часть промышленных стоков Свердловска проходят через северные и южные очистные сооружения.

Комплекс северных сооружений занимает громадную площадь. Он состоит из нескольких зданий, в которых разместились специальные установки, электростанция, насосные, мастерские, химическая лаборатория. Процесс начинается с улавливания крупных отходов. Мусор, обломки досок — все это собирают с помощью специального приспособления вроде грабель. Затем идут дробилки, в которых пе-

ремалываются обломки. Далее — песколовки, в них отстаиванием удаляют сравнительно крупные механические примеси. Отсюда стоки поступают в первичные радиальные отстойники, где осаждаются мелкие механические примеси.

После отстаивания стоки поступают в так называемые аэротенки. Здесь и происходит собственно биологическая очистка. Вот ее технология: активный ил, в котором живут аэробные бактерии, воздух перемешивает со сточной водой. Бактерии делают свое дело: с помощью специальных ферментов они перерабатывают все загрязнения или, как говорят специалисты, окисляют органические соединения, тем самым превращая их в более простые, безвредные минеральные вещества. Для ускорения процесса в аэротенки все время подают воздух, содержащий кислород, необходимый для жизнедеятельности микроорганизмов. Чем больше органических загрязнений, тем лучше размножаются бактерии и тем больше требуется им кислорода.

Кстати, на этом основан один из показателей качества сточных вод — биохимическая потребность в кислороде (БПК). Если взять пробу сточной воды и держать ее в лаборатории, постоянно обеспечивая кислородом, то по объему использованного кислорода можно судить о количестве находящихся в сточной воде бактерий. Это количество, в свою очередь, зависит от наличия питательных веществ, потребляемых микроорганизмами. А поскольку пищей служат органические вещества, находящиеся в сточных водах, БПК показывает степень их загрязненности: чем больше БПК, тем грязней стоки, тем насыщенней они органическими веществами. Средняя величина полной БПК для окисления отходов жизнедеятельности одного человека составляет около 67 граммов.

В аэротенках вода в среднем находится 6—10 ча-

сов, потом поступает на вторичные отстойники — тоже радиальные, где освобождается от активного ила, осветляется. После полной биологической очистки из сточных вод удаляется 90—95 процентов загрязнений. Затем вода хлорируется, чтобы уничтожить болезнетворные микробы, и по специальному каналу сбрасывается в Пышму.

Избыток постоянно накапливающегося в аэротенках активного ила перекачивают в первичные отстойники и обрабатывают вместе с находящимся там осадком. Надо сказать, что осадка ежедневно скапливается много, после извлечения из воды он быстро превращается в гниющую массу. Поэтому из него удаляют воду и, не допуская загнивания, перекачивают насосами в метантенк. Здесь бактерии перерабатывают органические вещества, используя их для питания. Этим бактериям не требуется кислород из воздуха — они добывают его из сложных соединений. Они любят тепло и темноту. Поэтому метантенки полностью закрыты, а температура внутри них колеблется от 30 до 35 градусов. Сброженный осадок на специальных площадках обезвреживается, и его вывозят на поля в качестве удобрения.

Такова технологическая схема полной биологической очистки городских стоков. Подобным образом она ведется и в других городах.

При нынешнем состоянии науки и техники для любого вида сточных вод разработаны эффективные методы очистки. Это следует знать, чтобы не сложилось впечатление, будто загрязнение водоемов производственными и городскими стоками — неизбежное зло. Скорее, это наша бесхозяйственность, а в некоторых случаях — просто безответственность.

Возможно, вы слышали о самоочищении рек. Явление это свойственно природе. Микроорганизмы, отыскивающие себе питание в загрязненных сточных

водах, распространены повсеместно, в природе они выполняют ту же роль, что и в аэротенках. Способность природы к самоочищению колоссальна. Если бы не это свойство, вся наша планета давно покрылась бы слоем всякого хлама и мусора. Вы, очевидно, запомнили: для полного обезвреживания отходов суточной жизнедеятельности только одного человека требуется 67 граммов кислорода. Не будь на Земле активного замкнутого биологического круговорота веществ, за десять суток отходы поглотили бы весь свободный кислород атмосферы. К счастью, этого пока не происходит.

Природа способна перерабатывать все загрязнение, не нарушая основные экологические связи, не изменяя существенно качественный состав биологических сообществ. Но эта способность не беспредельна. Перегрузка рек отбросами выводит из строя весь механизм самоочищения, а восстанавливается он очень медленно.

Длительное загрязнение вызывает нарушение естественных биологических связей и сообществ. Некоторые уральские реки накопили в донных отложениях столько ипородных, не свойственных рекам веществ, что, по существу, там сформировались вторичные очаги загрязнения.

Американские ученые исследовали влияние донных отложений на всю экологическую систему водоема. Пять специальных станций установили на двадцатикилометровой участке реки Оттер Креск для определения влияния на все живое пяти промышленных комплексов и нескольких фабрик. Загрязненность оценивалась по степени выживания некоторых видов беспозвоночных. Исследования показали, что донные отложения на протяжении двух третей реки неспособны поддерживать нормальный баланс экологической системы.

У нас в Уральском научно-исследовательском ин-

ституте комплексного использования и охраны водных ресурсов изучением самоочищающей способности рек занимается лаборатория регулирования качества вод, возглавляемая кандидатом технических наук А. Н. Поповым.

Приглашаю вас на небольшую экскурсию в эту лабораторию. Прежде всего вы увидите десятки бутылей с водой, образцы речного ила, химические приборы для анализа природных вод, аквариумы, где моделируются природные водоемы. Здесь изучают гидрохимические, гидробиологические, микробиологические процессы, которые происходят в природной обстановке при поступлении загрязнений. Многолетняя работа лаборатории позволила познать механизм самоочищения Тагила, Исети, Туры и других рек, зависимость скорости этого процесса от объема и состава сточных вод, погодных условий, изменений водности и других причин.

Изучаются и донные отложения. Оказалось, что именно на их границе с водой решается судьба поступающих в реку инородных веществ. В донных отложениях идут физико-химические процессы, тут живет основная масса микроорганизмов. Они способны впитать в себя многое, но, перенасытившись, сами становятся временно законсервированными очагами загрязнения. В период весеннего половодья, когда скорость течения резко возрастает, осадки начинают размываться и вносят в водную массу дополнительную грязь.

Сегодня донные отложения привлекают исследователей потому, что наступил период резкого сокращения объема сбрасываемых стоков. В какой-то момент мы совсем прекратим спуск стоков, и нам нужно знать, что же произойдет в реках, станут ли они чистыми. Ответить на этот вопрос оказалось совсем не просто. Ясно одно: тогда начнут интенсивнее поступать загрязнения из вторичных очагов — донных

отложений. Как долго будет идти этот процесс самопроизвольно, мы пока не знаем. Заблаговременный прогноз имеет практическое значение, так как от него зависит размах необходимых инженерных мероприятий для искусственной очистки рек. Над этим вопросом и работают ученые.

Первый бессточный

А пока, как это ни абсурдно, реки, которые служили и должны служить источниками воды, с нашей «помощью» превращаются в ее потребителей. Для поддержания их здоровья и восстановления качества воды мы должны изыскивать чистую воду для разбавления загрязненной, перебрасывать из других бассейнов, учитывать необходимый резерв сразу при строительстве водохранилищ и так далее.

Очистка стоков перед их сбросом в естественный водоем — этот способ борьбы с загрязнением окружающей среды понятен всем, поэтому иногда его считают если не единственным, то во всяком случае самым лучшим. Подчас разговоры об охране природы и сводятся к усовершенствованию методов очистки, строительству соответствующих сооружений и т. д. Разумеется, это эффективный путь. Чтобы убедиться в этом, и ходить-то далеко не надо. На свердловской набережной городского пруда сидят рыбаки с удочками. Рыбак — это хоть не совсем научный, но зато надежный показатель здоровья водоема: в пруду есть рыба, а несколько лет назад ее и в помине не было.

Заметим, однако, что предварительная очистка стоков вовсе не единственный и тем более не радикальный путь охраны естественных водных ресурсов.

В совокупности современные методы и технические средства позволяют удалять из сточных вод

90—95 процентов загрязнений. Это хоть и сложно, но осуществимо. Ну а что из себя представляют остальные 5—10 процентов? Как правило, это самые трудно разрушающиеся вещества, вызывающие устойчивое загрязнение водоемов. К ним, например, относятся некоторые синтетические моющие средства, широко применяемые в быту и промышленности, так называемые синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ).

Возникает естественный вопрос: если мы в состоянии очистить сточные воды до такой степени, что можно без опасения сбрасывать в водоем, то почему бы не вернуть их на предприятие? На практике это делается: на Урале две трети производственной воды находится в оборотных системах, то есть после очистки снова включается в дело. Этим достигнуты две цели: сэкономлена свежая вода и предотвращено загрязнение. Мощность уральских водооборотных систем достигает 29 с лишним кубических километров в год.

Но даже те предприятия, у которых высок процент обеспечения водой за счет систем оборота (на отдельных заводах черной металлургии он равен 93—95 процентам), не обходится без сброса хотя бы небольшого объема загрязненных вод.

И вот наконец в Свердловске пущен цех холодного проката трансформаторной стали Верх-Исетского металлургического завода (ЦХП) с комплексом водообеспечения, исключающим сброс сточных вод.

Много десятилетий ВИЗ ежегодно сбрасывал в Исеть вместе с травильными растворами тысячи тонн железного купороса. Он оседал на дне, перемешивался с илом. Все это пагубно отражалось на биологической жизни реки и городского пруда, отравляло воду.

Упорные поиски привели к тому, что по резуль-

татам исследований, проведенных под руководством заведующего кафедрой неорганической химии Уральского государственного университета Г. Д. Пашевского, группа инженеров института Уралгипромет во главе с А. В. Рыловым разработала проект кремнегелиевой установки. В октябре 1958 года состоялась ее пробный пуск. А в январе 1959 года впервые травильное отделение направило по трубам отработанные растворы в эту установку. В апреле прекратился их сброс в Исеть.

Эти даты хорошо помнят заводские исследователи. С них, по сути дела, началась новая страница в развитии водного хозяйства металлургии. Кремнегелиевая установка верхисетцев стала первым заслоном, преградившим путь промышленным отходам. Наконец-то появилась возможность оздоровить и сохранить в чистоте водоем. Вскоре установкой заинтересовались специалисты многих предприятий страны.

Первая, впервые... Когда мы будем говорить о верхисетцах, это слово встретится не раз. На ВИЗе организована первая в стране специализированная лаборатория по очистке промышленных стоков. В нее вошли ученики Г. Д. Пашевского. Один из них, ныне кандидат технических наук В. И. Аксенов, возглавил лабораторию и всю работу по изысканию новых эффективных методов очистки промышленных стоков.

Расскажу немного подробнее, как все происходило. В шестидесятых годах завод переживал второе рождение — шла его коренная реконструкция. Директивы XXIII съезда партии определили задачу: создать на ВИЗе крупное современное производство высококачественной рулонной холоднокатаной трансформаторной стали, отвечающей мировым стандартам. Предварительные подсчеты показали, что эксплуатация электрических машин, изготовленных из

холоднокатаной верхисетской стали, позволит снизить потери электроэнергии на 60 процентов, сэкономить 13—15 процентов меди, а расход листа уменьшится на одну четвертую.

Перед строителями возникло много научно-технических проблем, одна из них — обеспечение водой, ведь требовалось ни много ни мало — 60 миллионов кубометров в год. К тому времени отечественного опыта очистки и повторного использования промышленных стоков с полной утилизацией всех отходов еще не было. Помогли тесная связь, творческое содружество институтов и вузов города.

Опыт подобного сотрудничества уже был. Ранее специалисты завода и Свердловский химмаш вместе создали для очистки сточных вод первую в стране машину — сепаратор для обезвоживания различных видов осадков. К семидесятым годам существовало несколько вариантов сепараторов, которые нашли применение. Но теперь на повестку дня встала новая задача: создать бессточную и безотходную систему. Прежде всего предстояло избавить стоки от всех видов загрязнений. Для этого похожие стоки объединили по группам и очищали по четырем технологическим схемам.

Вторая важная проблема, которую должны были решить создатели бессточной системы, — полностью исключить любой сброс отходов, то есть сделать так, чтобы стоки, очищенные до необходимой кондиции, вновь поступали в цех, потом опять очищались и так постоянно. Представляете, какой это поистине неисчерпаемый источник воды! Ведь пока оборачивалось примерно 80 процентов, остальные 20 надо было периодически заменять свежей. А куда сбрасывать стоки? Обычно их спускают прямо в водоемы или специальные пруды-отстойники. В результате водоемы загрязняются, образующиеся осадки идут в отвал.

Специалисты поставили цель сразу «убить двух зайцев»: и воду очистить, и утилизировать отходы для нужд народного хозяйства. Это им удалось. Сотрудники СвердНИИХиммаша разработали специальную выпарную установку, которая в принципе похожа на широко применяемые во всем мире сооружения для опреснения морской воды. Пройдя через установку, вода превращается в сверхчистую, ее можно использовать для любых нужд.

Так была создана первая крупная промышленная установка в стране. Ею заинтересовались предприятия самых разных отраслей и теперь применяют в своих проектах очистных сооружений.

Сумели пустить в дело и все полученные при очистке осадки: скажем, те, в которых содержится известь, отправляются на гипсовый завод. Теперь эти добавки к основному сырью составляют до 20 процентов, а годовой экономический эффект — 49 тысяч рублей.

Более того, почему бы не использовать емкости, где отстаивается очищенная вода, для разведения рыбы. Попробовали — получилось. Сейчас цех водоснабжения регулярно поставяет в заводскую столовую свежих карпов.

Общая стоимость очистных сооружений цеха холодного проката Верх-Исетского металлургического завода около 15 миллионов рублей, а стоимость очистки кубометра сточных вод — до 20 копеек. Цифры внушительные, но опыт эксплуатации этого комплекса показал: расходы себя оправдали, цель достигнута.

Чтобы напоить города...

Более тридцати уральских городов испытывают сегодня недостаток в воде, крупнейший из них — Свердловск. В городе четыре пруда — водохранили-

ща с плотинами, основное из них — Верхисетское, здесь расположены все водозаборные сооружения. Оно пополняется из Волчихинского водохранилища, построенного в 1944 году на Чусовой. Вода идет по шестикилометровому каналу до реки Решетки и по ней самотеком в Верхисетский пруд.

В 1970 году на Чусовой построено второе, Верхнемакаровское водохранилище. Часть предприятий использует воду из Нижнеисетского пруда, горячая вода поступает от Среднеуральской ГРЭС, которая черпает воду из Исетского озера.

В последние годы, когда этого не стало хватать, решили прибегнуть к переброске воды через Уральский хребет из реки Уфы. В 1975—1976 годах построили Нязепетровское водохранилище с трубопроводом до истоков Западной Чусовой. Вода из Уфы подается по напорному трубопроводу через водораздел, сбрасывается в Западную Чусовую, по руслу Чусовой идет до Верхнемакаровского хранилища, затем попадает в Волчихинское и далее через канал — Решетку — Верхисетское водохранилище в Свердловск.

Такова сложная система, в которую входят шесть хранилищ, построенных на трех разных реках, одна из которых — Исеть — принадлежит Tobол-Иртыш-Обскому бассейну, а две другие — Уфа и Чусовая — Кама-Волжскому. Кроме того, город получает часть воды из подземных источников. По расчетам, эта система должна обеспечить нормальное водоснабжение Свердловска до 1985 года. В будущем предполагается построить на Уфе еще одно водохранилище — Верхнеараслановское. С этой добавкой воды хватит примерно до 2000 года.

Одна из главных проблем развития Челябинска — водная. Дело в том, что река Миасс с Аргазинским и Шершневским водохранилищами практически полностью использована. Если в 1970 году дефицит

составлял пять кубометров в секунду, то к 1980 году он достиг уже 12 кубометров, а к концу столетия эта цифра удвоится. И вполне понятно почему: расходы на хозяйственно-питьевые нужды, пригородное орошение и сельскохозяйственное производство, а также промышленное водоснабжение все время увеличиваются.

Именно поэтому и понадобилось заимствовать воду из бассейна Уфы. Для этой цели будут построены Долгобродское и Суроямское водохранилища. В перспективе предстоит освоить ресурсы бассейна Юрюзани. Забегая несколько вперед, замечу, что в связи с недостатком водных ресурсов решено создать оборотную систему для всего промышленного узла с включением в качестве резервуаров пригородных озер: очищенные на местных сооружениях сточные воды последовательно пройдут озера Шелюгино, Второе, Первое, затем вновь поступят в Челябинск на промышленные предприятия. Первая очередь оборотной системы позволит снизить дефицит на пять кубометров в секунду, в дальнейшем ее мощность увеличится.

Нижнетагильский промышленный узел испытывает трудности водоснабжения с момента основания города. Основным источником служит река Тагил с притоками. В разные годы на них построены Черноисточинское, Нижнетагильское, Верхневыйское, Нижневыйское, Леновское водохранилища. Частично используются ресурсы Баранчи. В 1976—1977 годах по Синегорской и Смородинской системам привлечены ресурсы из Межевой Утки.

В дальнейшем предполагается прибегнуть к помощи Новобаранчинского водохранилища и бассейна Чусовой, создав сначала Ашкинский, а позднее Серебрянский гидроузел и перебросив таким образом воду в Нижний Тагил.

Магнитогорский промышленный район обеспечи-

вают Магнитогорское и Верхнеуральское водохранилища на реке Урал. Хозяйственно-питьевые потребности города покрываются эксплуатацией трех месторождений подземных вод, расположенных на расстоянии до 25 километров. В перспективе потребности города будут удовлетворены за счет создания Янгельского и Малокизильского водохранилищ.

Курганцев в настоящее время «поит» водохранилище на Тоболе. Развитие города будет обеспечено за счет строительства еще одного, Кочердыкского водохранилища.

Приведенных примеров, вероятно, достаточно, чтобы убедиться, насколько водоснабжение промышленных центров отстает от их потребностей. Нехватка водных ресурсов усугубляется загрязнением поверхностных источников промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками.

Ну а каковы перспективы? Они — в дальнейшем интенсивном использовании местного стока, территориальном перераспределении водных ресурсов и формировании объединенной водохозяйственной системы Урала.

...И поля

Много воды идет на нужды сельского хозяйства. Потребность эта из года в год возрастает, ее уже нельзя не учитывать при распределении местных водных ресурсов. Вот, например, какими данными располагают сегодня специалисты: на получение килограмма растительной пищи идет в среднем около двух тысяч литров воды. Подсчитано и другое: в СССР ежегодно расходуется на выращивание культурных растений примерно 3500 кубических километров воды, то есть почти третья часть годового количества атмосферных осадков, или более двух третей стока всех рек.

Представьте хоть на миг, что наши поля, сады, плантации лишились бы этой живительной влаги. Не только засуха, любое незначительное отклонение от нормы в питании растений сразу сказывается на урожайности культур и нередко приводит к их гибели. Вот почему земля, а значит, и растения должны пить вовремя и в меру.

В связи с этим возникает много сложных научных и инженерных проблем. Одна из них, особенно остро заявившая о себе в последнее время, касается оросительных мелиораций. В самой сути этой в общем-то далеко не новой проблемы заложено давнее стремление человека овладеть силами природы, подчинить их себе, оградив урожай от губительного действия стихии.

Водные мелиорации предполагают кроме орошения и осушения эффективный способ рационального и экономного расходования воды в сельскохозяйственном производстве. Мелиоративные работы в стране идут повсюду и в не виданных ранее масштабах. Только в десятой пятилетке на эти цели отпущено свыше 40 миллиардов рублей.

На Среднем и Южном Урале сосредоточены крупные промышленные комплексы, здесь живет основная масса населения. В связи с этим перед тружениками села стоит задача: создать собственную продовольственную базу, способную обеспечить население городов и поселков всеми необходимыми продуктами, и в первую очередь овощами и молоком. А это возможно лишь на базе высокопродуктивного, не зависящего от капризов погоды, орошаемого земледелия.

«Орошение на Урале?» — удивитесь вы. Орошают в период засухи, когда долго не выпадают дожди. Ну, в Оренбургской, Курганской, частично Челябинской областях это еще понятно, а в Свердловской, Пермской и в Удмуртии воды и так хоть от-

бавляй. Из-за непрерывных осенних дождей даже срывалась уборочная, а выращенный урожай оказывался под угрозой.

Попытаемся вместе разобраться в этих противоречиях. Прежде всего о засухе. Для горожанина засушливый период — это когда продолжительное время не выпадают атмосферные осадки. Однако на периоды без осадков можно смотреть по-разному: нам погода кажется приятной, солнечной, а для земледельца уже наступила засуха...

Исследованиями установлено, что в период роста через устьица в листьях растения испаряют (транспирируют) воду, добываемую из почвы. Так вот, когда испарение ниже определенного уровня, который зависит от влажности почвы, устьица остаются открытыми, через них происходит транспирация и газовый обмен, растения развиваются. Если же почвенной влаги для оптимальной транспирации начинает не хватать, устьица закрываются, резко снижается фотосинтез, падает урожайность данной культуры. И происходит это обычно в самое жаркое время, когда много тепла и света, так необходимых растениям.

Часто приходится слышать: «Нещадно палит солнце», «Солнце сожгло урожай» и тому подобное. Суть, конечно, не в жарких солнечных лучах, солнце — источник жизни, оно дает тепло и свет. И чем больше этого тепла и света, тем лучше растениям.

Но кроме света и тепла им необходимы питание и влага. Вода — важнейший компонент в жизни растительных организмов. С ее помощью минеральные соли в почве растворяются и становятся доступными для усвоения. Поэтому чем больше солнечного света и тепла, тем богаче растения белками, углеводами, витаминами. А вот если влаги не хватает, вся энергия солнца уходит на нагревание почвы и воздуха, и растение гибнет.

Южные засушливые территории Оренбургской, Курганской, большей части Челябинской областей и Башкирской АССР относятся к зоне недостаточного естественного увлажнения, и сельскохозяйственные культуры здесь постоянно нуждаются в дополнительной влаге. Свердловская и Пермская области, Удмуртская АССР входят в Нечерноземную зону России, естественной влаги в среднем здесь достаточно, но опять беда: дожди выпадают весьма неравномерно, и нередко в самые ответственные периоды развития растений их нет, что сказывается на урожайности.

Есть еще одна особенность у нашего Нечерноземья, резко отличающая его от других районов Урала. Почвенный покров здесь весьма разнообразен, но преобладают маломощные подзолистые, дерново-подзолистые и серые лесные почвы. Все они обладают высокой сопротивляемостью искусственному воздействию, и для достижения устойчивого плодородия на них нужно проводить весь комплекс мелиоративных мероприятий. Мощность плодородного гумусового слоя, где располагается основная масса корней культурных растений, невелика, она колеблется в пределах 15—25 сантиметров. Довольно часто пахотный слой непосредственно подстилается глинистым горизонтом — иллювием, бедным питательными веществами и слабопроницаемым для воздуха и влаги. Несмотря на то что влажность этого горизонта остается высокой в течение всего вегетационного периода, влага практически недоступна для растений. Основной резерв полезной влаги заключен лишь в пахотном слое почвы.

Весной и летом при отсутствии дождей этот маломощный (15—25 сантиметров) горизонт быстро иссушается, а в случае продолжительного выпадения осадков переувлажняется. Растения страдают либо от засухи, либо от избытка влаги.

Получается, что в условиях уральского Нечерноземья нельзя искусственно создать в почве большие запасы влаги путем снегозадержания или в период длительных дождей, как это делают в черноземных районах нашей страны или на Южном Урале. Судьба нашего урожая зависит от частоты и режима выпадения осадков. Именно в этом заключается основная особенность водного режима нечерноземных почв, определяющая специфический подход к мелиоративным мероприятиям. Если их проводить правильно, можно получить громадную прибавку, а главное, создать обстановку, когда судьба урожая не будет зависеть от погодных условий.

Проанализировав специфику нечерноземных почв нашего края, сотрудник Уральского научно-исследовательского института комплексного использования и охраны водных ресурсов, кандидат сельскохозяйственных наук А. Я. Ершова пришла к выводу, что поливы сельскохозяйственных культур нужно проводить часто, но малыми дозами. Поливные нормы зависят от величины допустимого дефицита влаги и составляют 150—250 кубометров на гектар в зависимости от характера почв, а также особенностей растений.

Если поливать большими дозами, вода, насытив маломощный плодородный слой, не накапливается, а стекает в низины, вызывая их заболачивание (вымоски). Кроме того что непроизводительно тратится поливная вода, еще вымываются удобрения, они частично попадают в природные воды и загрязняют их.

Общая величина потребления воды сельскохозяйственными культурами на Среднем Урале колеблется от 2500 до 4500 кубометров на гектар в зависимости от продолжительности вегетационного периода, а также от того, сколько тепла получает земля.

Основную часть потребности (60—80 процентов)

покрывают атмосферные осадки, выпадающие в вегетационный период. Весенние запасы влаги в почве невелики — всего 5—10 процентов. Доля необходимой оросительной воды составляет 20—30 процентов. Количество поливов в разные годы зависит как от дождей, выпавших за вегетацию, так и от тепловых ресурсов. К примеру, оросительная норма для среднепоздних сортов капусты в районе Свердловска колеблется в диапазоне 700—2200 кубометров на гектар.

Есть несколько способов орошения: аэрозольное (мелкодисперсное) увлажнение, поверхностное орошение, дождевание, внутрипочвенное орошение и подземное орошение (субирригация). Поверхностное орошение — самый древний способ. Оно осуществляется затоплением, при котором поливная вода распределяется по всей поверхности поля или по полосам и бороздам.

Это самый дешевый способ увлажнения, но в то же время самый неэкономный с точки зрения непроизводительных потерь воды.

Наиболее распространено и достаточно экономично в условиях Урала дождевание. Оно обеспечивает наиболее полную механизацию полива, применимо на сложном микрорельефе. Дождевание не только увлажняет почву и растения, но и повышает влажность приземного воздуха. На практике дождевание ведут при помощи специальных машин; у нас на Урале есть передвижные, полустационарные и стационарные системы. Вам, вероятно, приходилось их видеть.

Весьма перспективно для Южного Урала мелкодисперсное (аэрозольное) дождевание. Суть его проста: с помощью специальных установок создаются мельчайшие капли воды — аэрозоли, которые увлажняют приземный слой воздуха, наземную часть растений и частично поверхность почвы. Такое дожде-

вание обеспечивает экономное и рациональное использование воды, устраняет депрессии фотосинтеза. При этом способе прибавка урожая на 70—80 процентов больше, чем при обычном дождевании. В жаркий сухой день температура растений понижается на 6—12 градусов, влажность воздуха в среде растений повышается на 25—37 процентов, расход воды на транспирацию снижается в 6—10 раз. Наконец, мелкодисперсное дождевание позволяет предохранять растения от заморозков.

В настоящее время на Урале осуществляется обширная программа мелиорации земель, намеченная мартовским (1965) и майским (1966) Пленумами ЦК КПСС. Особенно широкий размах работа получила после принятия в 1974 году ЦК КПСС и Советом Министров СССР Программы дальнейшего развития сельского хозяйства Нечерноземной зоны РСФСР.

Ирригационный фонд Урала — свыше полутора миллионов гектаров. Чтобы избавиться от дефицита сельскохозяйственной продукции, площадь регулярно орошаемой пашни необходимо довести до 550—600 тысяч гектаров, орошаемых многолетних культурных пастбищ и сенокосов надо иметь 1000—1100 тысяч гектаров. Тогда будет решена проблема обеспечения животноводства кормами независимо от погодных условий.

Создание орошаемых культурных пастбищ — главное звено кормопроизводства на Урале. Опыт совхоза «Мамино», колхозов «Искра», «Родина» Свердловской области, опытно-производственного хозяйства «Лобановское» Пермской области и других показал, что орошаемые культурные пастбища по продуктивности не уступают пахотным землям и позволяют с наименьшими затратами увеличить продуктивность угодий до шести-семи тысяч кормовых единиц с гектара.

На орошаемых землях хорошие хозяйства получают высокие урожаи овощных культур: картофеля по 300 и более центнеров с гектара, столовых корнеплодов — 400—500, кормовых корнеплодов 500—700, капусты — до 1000 центнеров. Проблему регулярного снабжения овощами, таким образом, решат пригородные специализированные хозяйства с интенсивным орошаемым овощеводством.

В то же время надо иметь в виду: мелиорация требует значительных объемов воды, а расход ее на орошение — это практически безвозвратные потери, значит, увеличение орошаемых площадей скажется на общем водном балансе.

Как «моют» воду

Открывая кран в ванной или на кухне, многие не задумываются, а порой и не знают, какой долгий и сложный путь от реки до городской квартиры проходит вода, прежде чем станет чистой, питьевой. Чтобы мы бесперебойно получали воду, на специальных сооружениях, которые называются станциями водоподготовки, водопроводными или фильтрационными станциями, круглые сутки работают десятки механизмов, трудятся сотни людей.

Схема обработки природной воды не сложна. Речная вода подается в смесительные камеры, где она взаимодействует со специально подобранными веществами, ускоряющими процесс, затем в отстойниках осветляется и проходит через фильтры. В заключение она обеззараживается хлором, азонам или ультрафиолетовыми лучами. Наиболее распространено хлорирование. Весьма эффективен азон, он быстрее хлора убивает бактерии, в 25—30 раз скорее обесцвечивает воду, придает ей приятный голубой оттенок, уничтожает запахи и привкусы.

В Москве введена в строй крупнейшая азонатор-

ная установка мощностью 1200 тысяч кубометров в сутки. Небольшая установка такого рода испытывалась в Челябинске.

В Свердловске несколько водопроводных станций. Наиболее крупные из них — головные сооружения на Малокольном полуострове Верхисетского пруда и Западная фильтровальная. Всего в водопроводную сеть города сейчас подается около 400 тысяч кубометров чистой воды в сутки.

Давайте заглянем на Западную фильтровальную станцию. На высоком правом берегу водохранилища, в сосновом лесу разместился целый городок. Проектировал этот комплекс Уральский институт Водоканалпроект. Здесь насосные, компрессорные, здание управления, громадные резервуары...

Вода из Верхисетского водохранилища насосами подается для хлорирования на станцию очистки и прежде всего попадает в смесительные камеры. Их продувают воздухом, вода бурлит, смешиваясь с сернокислым алюминием, вбирающим в себя грязь, мелкие частицы ила. После этого она поступает в большие резервуары-отстойники, на дно которых в течение нескольких часов медленно оседают мутные взвеси. Но часть из них остается во взвешенном состоянии, поэтому из отстойников вода насосами подается на фильтры.

Это сердце всей станции. Громадный светлый зал, чистота, облицованные голубым кафелем бассейны. На дне — слой мелкого гравия и песка. Это и есть фильтры, просачиваясь через которые, вода очищается от тонкой взвеси и даже бактерий. Пройдя фильтры, она становится прозрачной, хотя еще не лишена всех микроорганизмов. Впереди последний этап обработки — обеззараживание — уничтожение болезнетворных бактерий, которое достигается вторичным хлорированием.

Очищенная вода перекачивается на хранение в

ближайшие резервуары — их здесь два, по десять тысяч кубометров каждый, а из них в рабочие резервуары, расположенные на самом высоком месте, их тоже два — емкостью 20 и 40 тысяч кубометров. Из рабочих резервуаров вода самотеком идет в городскую водопроводную сеть и в наши квартиры.

Станцию обслуживают 86 человек, рабочая мощность 200 тысяч кубометров в сутки — это половина проектной мощности.

Верхисетское водохранилище находится в городской черте, это любимое место отдыха свердловчан. Все это создает определенные трудности при организации надежной зоны санитарной охраны, поэтому питьевые водозаборы решено перенести. Вода на очистные станции будет подаваться прямо из Волчихинского водохранилища, минуя Верхисетское, это чистая уфимская и чувовская вода. Верхисетское же останется для промышленного водоснабжения и прекрасным местом отдыха горожан, любителей рыбной ловли и лодочных прогулок.

Чему научил 1975 год?

В 1975 году сложилось особенно острое положение с обеспечением водой уральских городов. Это напряжение сохранилось и в следующие годы. В чем же дело, почему все произошло так неожиданно, не было заранее предсказано специалистами?

Прежде чем ответить на этот вопрос, сделаем небольшое отступление.

Погода определяется характером атмосферных процессов. Преобладающее передвижение воздушных масс с запада на восток (так называемая зональная циркуляция) обеспечивает Уралу и Западной Сибири прохладное и дождливое лето, сравнительно теплую и снежную зиму. При перемещении воздуха с севера на юг или с юга на север (мериди-

альная циркуляция) погода бывает холодной или теплой в зависимости от направления господствующего переноса.

В 1975 году атмосферные процессы над территорией Урала сложились так: в январе-феврале господствовала зональная, весной, летом и осенью — меридиальная, а в ноябре-декабре вновь зональная циркуляция воздушных масс. В результате первая половина года была очень теплая, рано вскрылись реки; низкое половодье и малая водность рек вместе с высокой температурой вызвали сильную засуху на большей части территории. Средняя годовая температура воздуха на два градуса и более превышала норму.

Очень ранняя теплая и сухая весна привела к суховеям на Южном Урале, быстро стал уменьшаться запас влаги в почве, уже в апреле появились отчетливые признаки весенней засухи. Летом средняя температура превысила норму примерно на три-четыре градуса, что бывает раз в 40—50 лет. Осадков на Среднем и Южном Урале выпало мало. Обычно в апреле — июне бывает 30—35 дней с осадками, а в 1975 году их было не более десяти. По количеству дней с суховеями Южный Урал приблизился к районам Средней Азии. Мало осадков выпало и на Среднем Урале. К концу июня граница сильной засухи достигла Челябинска — Ижевска. И во второй половине года на большей части Урала сохранялась сухая погода, количество осадков не превышало 60 процентов нормы. Отсюда, естественно, и низкий уровень воды в большинстве уральских рек — Белой, Урале, Тоболе, Тавде, Туре, Ишиме и других. Он упал ниже минимальных отметок за 80 лет наблюдений.

Разумеется, при проектировании и строительстве систем водоснабжения такая возможность учитывается, в резерве всегда есть определенный запас. Ем-

кости существующих водохранилищ с учетом многолетнего регулирования стока позволяют накопить воду и держать ее в резерве на случай маловодья.

Системы водоснабжения рассчитаны на полное удовлетворение всех потребностей в период самого маловодного года, вероятность повторения которого не превышает одного раза в 20 лет. В Свердловской системе эту роль выполняют Волчихинское и Верхнемакаровское водохранилища.

Но природа не всегда считается с нашими нормами: маловодные годы взяли и повторились несколько лет подряд. В первый год мы использовали резервы, а на следующий год остались, как говорится, на бобах. Короче говоря, мы не были готовы к подобным неожиданностям. Сейчас делается все, чтобы впредь избежать таких просчетов. Заметим лишь, что это не просто, ведь надо разработать совершенно новые методические принципы.

Нельзя не учитывать и тех осложнений, к которым привела хозяйственная деятельность человека. В эти годы росло население городов, развивались промышленность и сельское хозяйство, следовательно, быстрыми темпами увеличивалось потребление воды.

Строительство же водохозяйственных сооружений значительно отстало. Так, Нязепетровское водохранилище для Свердловска строили гораздо дольше, чем было предусмотрено. Леновское водохранилище для Нижнего Тагила сооружали свыше 10 лет. К тому же строительство не всегда ведется на высоком научно-техническом уровне; все это вместе взятое создало крайне напряженную ситуацию.

Северо-Уральское территориальное бассейновое управление по регулированию использования и охране вод вместе с научно-исследовательскими и проектными институтами, промышленными предприятиями разработало комплекс мер по сокраще-

нию расхода свежей воды. Параллельно работали над увеличением мощностей оборотного водоснабжения, повторным использованием отработанных вод, повышением эффективности очистных сооружений.

В короткие сроки были спроектированы и построены межрайонные водоводы для переброски воды в отдельные промышленные центры, введено временное перераспределение водных ресурсов. Для Челябинска взяли воду из озера Увильды, в Свердловскую систему перекачали 50 миллионов кубометров из Ревдинского водохранилища, соорудили насосную станцию и построили водовод для переброски воды из озера Иткуль в Чусовую. Этим путем 30 миллионов кубометров через Верхнемакаровское водохранилище поступило в Волчихинское; 20 миллионов кубометров из озера Таватуй в Исетское водохранилище. И еще 30 миллионов из Аятского озера в Шитовское и далее в Исетское. Так было обеспечено нормальное водоснабжение городов, промышленных предприятий и даже оросительных систем.

Существенно снизили расход свежей воды. Предприятия Первоуральска и Ревды сократили потребление на 58 процентов, что позволило им поделиться со Свердловском. Здесь, в свою очередь, сократили забор свежей воды без малого на одну треть, то же самое сделали в Полевском, Красноуральске, Нижнем Тагиле, Челябинске, Магнитогорске и других городах.

Всего не перечислишь. Скажу лишь, что в результате комплекса мер по рациональному использованию водных ресурсов только в Свердловской области сэкономлено около 130 миллионов кубометров чистой воды.

Теперь необходимо принять меры, чтобы устранить последствия этого «пожарного» изъятия воды из наиболее ценных озер — Аятского, Таватуя, Иткуля, Увильды. Из озера Увильды позаимствовали

чуть меньше трети нормального объема озера. Самопроизвольное восстановление уровня озера может растянуться почти на 30—50 лет, а это совершенно недопустимо, надо найти способ возвратить озерам долг.

Много воды — тоже плохо

Вода, как мы убедились, — великое благо. Но, как говорится, все хорошо в меру. Человечество знакомо с отрицательными последствиями деятельности воды: весенние и летние паводки часто разрушают берега, смывают плодородный слой с пойменных земель, усиливают эрозию почв, происходит естественное заболачивание низин. Наконец, в зоне недостаточного увлажнения бывает засоление земель. Со всеми этими явлениями мы встречаемся на Урале, о них надо помнить, чтобы предвидеть возможные последствия. Так, интенсивная распашка земель в горных и предгорных районах приводит к появлению эрозии там, где ее раньше не было. Если плохо изучены режим и взаимосвязь поверхностных и подземных вод, может произойти засоление участков. Аварийные сбросы из водохранилищ влекут за собой не меньшие разрушения, чем стихийные весенние паводки: заболачиваются прилегающие к ним территории. Нарушение естественного режима подземных вод во время добычи полезных ископаемых сопровождается обводнением горных выработок, с этим приходится бороться.

А сколько на Урале болот и заболоченных земель! Только в Свердловской области свыше пяти с половиной миллионов гектаров да еще 180 тысяч гектаров заболоченных пойм и более 200 тысяч — переувлажненных. Целые массивы сельскохозяйственных земель содержат избыток воды, в результате урожаи резко снижаются, а в отдельные годы поги-

бают совсем. Между тем это не бросовые земли, они могут стать плодородной пашней, отличными сенокосами.

В бассейне Оби протяженность болот достигает 800 километров при ширине массива 350. На земном шаре они занимают площадь 350 миллионов гектаров.

У нас на Урале природа разбросала болота среди лесов, полей, лугов, что создает многоконтурность сельскохозяйственных полей. Из-за этого резко снижается производительность тракторов, увеличивается расход горючего, растет себестоимость. Все это усложняет обработку полей. Вот почему взят курс на осушительные мелиорации.

К началу 1970 года в областях и республиках Урала было около 100 тысяч гектаров осушенных земель, а через 20 лет их площадь увеличится в 6—7 раз. Опыт подтвердил, что путь избран верный: продуктивность осушенных земель в полтора-два раза выше даже старопахотных богарных угодий.

Осушение на Урале имеет свою историю. Им начинали заниматься еще в тридцатых годах. В отдельных хозяйствах создавались так называемые крестьянские товарищества, которые осушали болота в Свердловской и Пермской областях. Но по ряду причин эти работы были приостановлены и возобновлены уже на более высоком техническом уровне лет 20 назад.

Интересен с этой точки зрения эксперимент, проведенный по осушению Кунарского болота. Расскажу о нем несколько подробнее.

...Более чем на восьми тысячах гектаров раскинулись земли колхоза имени Жданова Богдановичского района Свердловской области. Это одно из крупных молочнотоварных хозяйств: в стаде две тысячи голов крупного рогатого скота. Отсюда главная забота колхозников — заготовка кормов. Каждый

гектар, каждый клочок угодий на счету, а рядом огромное пространство занимает Кунарское болото. Нельзя ли, осушив и проведя комплекс необходимых работ, использовать его? На этот вопрос решили ответить сотрудники Уральского научно-исследовательского института комплексного использования и охраны водных ресурсов вместе с проектантами, строителями и колхозниками под общим руководством кандидата экономических наук И. В. Разорвина.

Что и говорить, задача была не из легких. До сих пор осушение не удавалось: осушенные вроде бы земли вскоре снова превращались в болото. Не было достаточного опыта проектирования, строительства и эксплуатации осушительных систем. Кроме того, надо было учесть все специфические уральские условия: глубокое промерзание почвы, медленное ее оттаивание, многоконтурность болот и многое другое.

Теперь, когда прошло несколько лет с тех пор, как научные сотрудники института заложили первые опытные участки, можно утверждать, что эксперимент удался. Предложенный способ осушения дает возможность получать высокие урожаи многолетних трав: укос сена в среднем 57—60 центнеров с гектара. Результаты, как видите, налицо.

В пользу осушительных мелиораций теперь уже сомневаться не приходится. Судите сами: в опытно-производственном хозяйстве «Исток», например, ежегодно получают с каждого гектара осушенных земель от 31 до 60 центнеров сена, в совхозе «Свердловский» — по 180—256 центнеров картофеля, а в колхозе имени Калинина Пышминского района — от 25 до 31 центнера зерновых.

Самые высокие урожаи — в хозяйствах, где выполняют полный комплекс агромероприятий, правильно эксплуатируют осушительные системы. По-

казателен в этом отношении Пышминский район Свердловской области. Осушительные мелиорации позволили здесь увеличить сельскохозяйственные площади, расширить размеры пашни, что, в свою очередь, дало возможность изменить структуру посевных площадей. Все это прямо сказалось на результатах: в колхозе имени Ленина урожай сена увеличился до 28—30 центнеров с гектара.

До 1968 года осушение на Урале вели открытой сетью каналов, в последнее десятилетие предпочтение отдают закрытому дренажу. В 1975 году он был создан на площади 1600 гектаров. Однако прежде чем рекомендовать его к внедрению, сотрудники Уральского научно-исследовательского института водного хозяйства провели серьезную работу. При чем сделали это всесторонне в Свердловской и Пермской областях, в Башкирии: исследовали воздушный и тепловой режим осушаемых массивов, проверили эффективность различных видов дренажа, разработали конкретные научные рекомендации. Полученные данные позволили сделать вывод, что закрытый дренаж для Урала вполне приемлем. Но исследования вскрыли и недостатки: низкую производительность труда рабочих при укладке труб, большой их вес, потери при транспортировке и т. д.

Между тем это — не единственный способ осушения. В нашей стране широко распространен пластмассовый дренаж. Он вполне может быть применен на Урале, особенно при осушении так называемых глубоких торфяников, которых немало в Свердловской области. К сожалению, производство пластмассовых труб в широком масштабе не налажено, а для Урала и Сибири их поставка вообще не предусмотрена.

С годами копится опыт, совершенствуется строительство осушительных систем. Намечалась такая характерная особенность — переход к сооружению

крупных систем. Одна из них — Красавинская — создается в районе Перми. Буквально под боком большого города на площади около семи с половиной тысяч гектаров раскинулся массив заболоченных земель. Его-то и было решено включить в сельскохозяйственный оборот, использовав для производства овощей. На гигантском огороде можно выращивать овощей столько, сколько их производят сейчас во всей области.

К этому технически сложному и интересному объекту, первому в своем роде, приковано внимание специалистов и общественности. Сейчас город получает 46 тысяч тонн овощей и 30 тысяч тонн картофеля, а потребность почти втрое больше, и пока недостающее количество везут за сотни километров из 18 районов области. Строительство Красавинской мелиоративной системы идет полным ходом, в десятой пятилетке оно должно быть завершено. Подсчитали, что срок окупаемости — пять лет.

Вода, полученная при осушении болот, пойдет на другие нужды. Так человек еще раз продемонстрировал свою умную власть над природой.

Освоение и включение в хозяйственный оборот болот и переувлажненных земель — дело трудное и вместе с тем благородное. В колхозе имени Антанаса Снечкуса Литовской ССР сооружен обелиск с надписью: «Мелиораторам, чьи руки и разум дали нашей земле новые силы».

На октябрьском (1976) Пленуме ЦК КПСС Л. И. Брежнев особо подчеркнул: «...выделяя на мелиорацию огромные средства, государство вправе ждать, что с орошаемых и осушенных земель будет получен соответствующий приrost продукции, что будет улучшено ее качество»¹.

Иногда высказывается опасение: дескать, начали

¹ Брежнев Л. И. Ленинским курсом, т. 6, с. 151.

осушать болота, истощили естественные родники, теперь пересыхают ручьи и даже реки, что же дальше будет? Попробую внести ясность. Конечно, неразумное осушение болот может привести к нежелательным последствиям. Еще М. В. Ломоносов предостерегал, чтобы не подходили ко всем болотам с одной меркой, поскольку человечеству только предстоит узнать их истинную роль в цепочке взаимосвязей природы.

При освоении заболоченных территорий необходимо всесторонний комплексный подход. Часть болот необходимо оставить в естественном состоянии для сохранения многообразных природных связей. Где, сколько и какие — над этим сейчас работают специалисты. Нецелесообразно трогать верховые болота — в них рождаются наши реки, а для сельскохозяйственного использования они не представляют ценности. Очевидно, осваивать нужно низовые и пойменные болота.

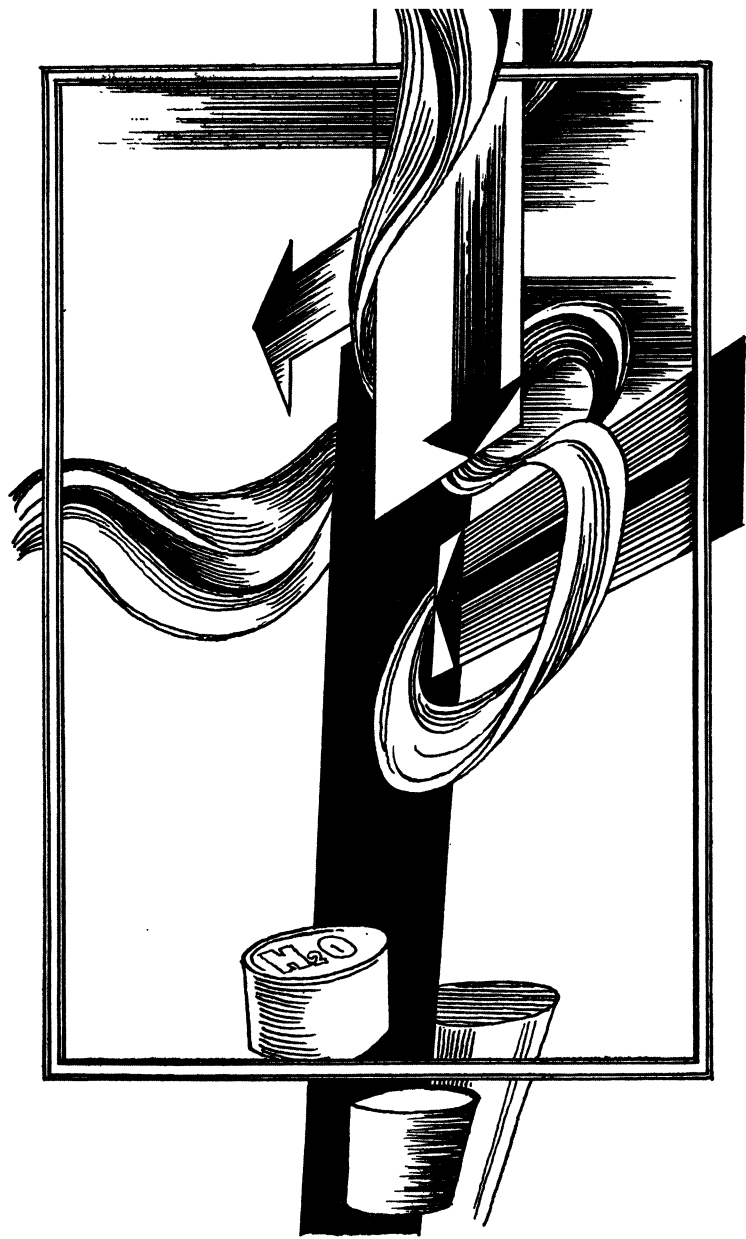
Ну а то, что в результате таких мелиораций исчезают реки, усыхают колодцы, ухудшается водный баланс территории — все это досужие вымыслы. Опыт Белоруссии, Украины, Прибалтики, а теперь уже и Урала свидетельствует, что водный баланс осушаемых районов только улучшается, облагораживается. Естественно, где было болото и стояла открытая вода, ее не станет, ведь осушение основано на искусственном понижении уровня грунтовых вод, избыток воды отводят в близлежащие реки. Годовой сток рек несколько выравнивается, но отнюдь не снижается. Непроизводительные же потери почти исчезают за счет уменьшения испарения с поверхности болота.

А вот за качеством воды надо следить. Ведь включение осушенных земель в сельскохозяйственный оборот связано с интенсивным применением минеральных удобрений, пестицидов, гербицидов,

которые с дренажными водами могут попасть в реки.

Широко распространенное мнение о том, что в природе все устроено разумно, не совсем верно. Разумно может быть в основном там, где есть разум, человек. Поэтому и оценивать явления надо с точки зрения интересов человека, человеческого общества. В природе нет пшеницы, которая имеет урожайность 100 центнеров зерна с гектара, нет коров, которые дают 10—15 тонн молока в год, нет еще многого другого, что создано человеческим умом и его руками. Мы должны преобразовывать природу, использовать ее ресурсы, но это необходимо делать осознанно, заранее предвидя все возможные последствия и предупреждая нежелательные.

Заканчивая рассказ о мелиорациях, хочется заметить, что пора отказаться от одностороннего практического применения этого весьма эффективного сельскохозяйственного мероприятия. Почему только орошение или осушение? Для растений требуется оптимальный водный режим — его и нужно создавать имеющимися в нашем распоряжении средствами. Ныне научно-техническая мысль работает над созданием осушительно-увлажнительных систем, или, как говорят специалисты, инженерных систем двойного регулирования водного режима почв. Их принцип — избыток влаги отводится с помощью дренажной системы, а когда растениям ее начинает не хватать, дренаж перекрывают, создается искусственный подпор, и уровень воды поднимается. Можно комбинировать дренаж с дождеванием. Более того, надо создавать весь комплекс оптимальных условий для развития растений и получения максимальных урожаев: тепловой режим, питательный, водный, воздушный и так далее, то есть переходить к программированию и управлению урожаем. Такой опыт в нашей стране уже есть.



ЗАВТРАШНИЙ ДЕНЬ

Управлять стоком

В предыдущей главе мы говорили, что наши реки проносят основную массу воды весной. Чтобы нормально снабжать население и промышленность в течение всего года, приходится искусственно «выравнивать» сток, собирая избытки весенних паводков в специальные хранилища и потом распределяя этот резерв на протяжении всего года. Таким же образом поступают, запасая впрок воду для маловодных лет.

В XVIII столетии на реках горнозаводской части Урала уже существовало около 160 водохранилищ, а к середине XIX века их стало 230. Кроме того, насчитывались сотни небольших мельничных прудов.

Теперь на Урале действует около тысячи больших и малых водохранилищ. Самые крупные из них Воткинское и Камское на Каме, Павловское на Уфе, Ириклинское на Урале; в бассейне Тобола наиболее значительны Аргазинское на Миассе, Белоярское на Пышме, Исетское на Исети, Черноисточинское на Черной и другие.

Сейчас большинство уральских рек в верховьях, как выражаются специалисты, зарегулировано многочисленными водохранилищами. Это значит, что более 20 кубических километров, почти треть стока весеннего половодья, находится в распоряжении народного хозяйства.

Надо сказать, что пока регулирование стока — самый выгодный способ, поэтому строительство водохранилищ будет продолжаться. И, в частности, генеральной схемой комплексного использования и

охраны водных ресурсов Урала предусмотрено создать в ближайшем будущем более 60 крупных водохранилищ полезной емкостью до 65 кубических километров, что составит уже более половины годового стока рек с территории нашего края. Это уже практически предел.

Зато в Предуралье, Северном и Среднем Зауралье поверхностные водные ресурсы еще не использованы (исключение представляет Кама). Поэтому и впредь будет вестись регулирование поверхностного стока. Реки со временем превратят в каскады водохранилищ, а сток станет управляемым.

Много воды испаряется с зеркала водохранилищ — около кубического километра в год, с появлением новых потери возрастут. Пока мы с этим миримся, но ученым предстоит подумать и предложить способ их сокращения.

Консервирование воды

Излишки речного стока в зимнее время, когда снижаются потребности хозяйственно-питьевого и теплоэнергетического водоснабжения, полностью отпадает расход на орошение, можно использовать для создания ледохранилищ или искусственных наледей. Если мы зимой запасаем воду, ледохранилища отдадут ее летом, в период самой острой потребности. В частности, эта вода может быть использована на нужды орошения.

Кроме того, в холоде нуждаются тепловые электростанции. Для охлаждения агрегатов, как известно, требуется вода. Инженер Д. С. Громан¹ доказал, что создание в системе водоснабжения электростанций крупных ледохранилищ значительно увеличи-

¹ См.: *Ходаков В. Г.* Снег и льды Земли. М., «Наука», 1969, с. 139.

вает их эффективность. Они повышают гарантию бесперебойной работы станции.

Эффективность такой консервации воды определяется соотношением возможной толщины намораживания за счет естественного холода и скорости естественного стаивания льда в теплый период года.

При непрерывной подаче воды на лед в виде тонкой пленки скорость намораживания достигает 0,7—1,5 сантиметра в сутки на каждый градус отрицательной среднесуточной температуры, а это значит, что за зиму можно наморозить 20—25-метровую толщину льда.

Подземные водохранилища

Запасы пресных подземных вод на Урале ограничены. Один из путей увеличения этих ресурсов — принудительно их восполнять, переводя поверхностный сток в подземный. Надо сказать, что подземные водохранилища имеют ряд преимуществ: они не затопляют ценные пойменные земли, потери на испарение исключены, меньше вероятность загрязнения.

Как это выглядит на практике? Одиночные буровые скважины и крупные водозаборы для эксплуатации подземных вод размещают в долинах рек. Они работают, как раньше говорили, по принципу нажимных колодцев. Специалисты называют их инфильтрационными водозаборами (от слова инфильтрация — просачивание, процеживание). Если вода из скважин выбирается, этот процесс идет быстрее. Вот и получается искусственное восполнение подземных вод.

Рудничный водоотлив

У нас много горных выработок на месторождениях полезных ископаемых. При их проходке вскрывают подземные водоносные горизонты, а поскольку

вода мешает нормальной работе горняков, на шахтах и карьерах существует специальная служба по борьбе с притоками: с помощью специального насосного оборудования воду откачивают на поверхность и сбрасывают в реки и озера.

Так набирается почти 500 миллионов кубометров в год. Сегодня их используют для различных нужд народного хозяйства лишь частично. Интересен опыт организации хозяйственно-питьевого снабжения Североуральска и Североуральских бокситовых рудников. Бокситовые месторождения на местных рудниках осушают двумя способами: непосредственной откачкой воды из шахт и с помощью специально пробуренных скважин, так называемых дренажных узлов, в которых создается как бы опережающее понижение уровня подземных вод. Один из таких узлов — Кальинский — не сбрасывает откачиваемую воду, а подает ее в коммунальный водопровод Североуральска и ближайших поселков.

Еще один пример. Шахтные воды Челябинского бурогоугольного бассейна частично орошают сельскохозяйственные культуры. Овощи совхоза «Калачевский» поливают водой из шахты «Октябрьская», коллективные сады «Шахтер» и «Угольщик» — водой, поступающей из шахты «Чумлякская».

В основном же использование рудничных и шахтных вод ограничивается потребностями самих горнодобывающих предприятий. Так, из водоотлива Буланашского месторождения бурых углей около восьми процентов забирают на технические нужды.

А в целом по Уралу используется менее десятой части объема удаленных из шахт и карьеров рудничных вод. Остальные сбрасываются, часто отрицательно влияя на качество воды рек и озер. Это громадный резерв, особенно для маловодных районов Южного Урала.

Безотходные заводы

Один из путей резкого сокращения забора свежей воды из естественных источников и уменьшения сброса стоков — внедрение в промышленности оборотного, повторного и последовательного водоснабжения.

Как известно, физические особенности воды дают возможность много раз использовать один и тот же ее объем. В отличие от других сырьевых ресурсов вода при этом не теряет своей физической сущности, а лишь загрязняется различными веществами. Поэтому в принципе все промышленные предприятия могут полностью перейти на оборотную систему водоснабжения, снимая загрязнение своими силами.

И рассматривать этот процесс нужно не как очистку стоков для сброса в реки, а как подготовку для повторного или многократного использования воды.

Следует только иметь в виду два момента. Во-первых, в любой замкнутой оборотной системе есть безвозвратные потери. Так же, как, допустим, в радиаторе автомашины. Система вроде бы закрыта, а воду периодически приходится добавлять. Происходит утечка, испарение и так далее, поэтому оборотные системы пополняют свежей водой. Сейчас безвозвратные потери на Урале колеблются на разных предприятиях в размере 2—10 процентов общего объема. Если взять в среднем пять процентов и добавить к этому потери от испарения с зеркала водохранилищ, получается три кубических километра в год. Вот предел, до которого можно снизить забор свежей воды из естественных источников при идеальной организации системы водоснабжения на предприятиях без изменения существующей технологии промышленного производства.

Если представить невероятное, что вся промыш-

ленность одновременно перейдет на обратное водоснабжение, тогда мы будем забирать из естественных источников на все нужды около пяти кубических километров воды в год. А сейчас требуется примерно пятнадцать, которые мы к тому же загрязняем в процессе использования и в таком виде возвращаем в реки.

Во-вторых, в оборотных системах вода вследствие выпаривания постепенно становится соленой, ее надо периодически заменять. Кроме того, при внутренней очистке для повторного использования накапливаются побочные жидкие или твердые отходы. Поэтому задача ученых — изыскать способы полной утилизации всех веществ из стоков и пути постепенного перевода промышленных предприятий на безотходную технологию. Примеры для подражания есть. Мы уже знаем о цехе холодного проката трансформаторной стали Верх-Исетского металлургического завода, где эта идея осуществлена.

Для многих производств регенерация оборотных вод обойдется дешевле очистки перед сбросом в реки. Возьмите углеобогащательные фабрики, здесь можно не только исключить сброс в природные водоемы, но и дополнительно получать по стране 75 миллионов тонн угля в год, пока безвозвратно уходящего со стоками.

Бессточные города

Как будет жить человек в длительном космическом полете? Очевидно, на борту корабля должны быть обеспечены и поддерживаться все те условия, которые необходимы для его существования и деятельности. Иначе говоря, надо создать на корабле маленькую Землю. Для этого необходимо разработать замкнутую экологическую систему, при которой отходы жизнедеятельности человека утилизируют

вались бы другими организмами, после чего выделялись бы ими в новой форме, пригодной для использования, и так в течение всего путешествия. Сточную воду, например, на космическом корабле обязательно придется очищать и снова использовать.

Ну а нельзя ли город уподобить космическому кораблю? В Челябинске решили попробовать. Идея оборотной системы его водоснабжения сводится к следующему. После локальной очистки производственных стоков, в основном механическими и физико-химическими методами, сбросить их в какой-либо пригородный водоем. Для разбавления промышленных стоков и восполнения безвозвратных потерь сюда же подать после полного цикла биологической очистки хозяйственно-бытовые стоки города.

Итак, очищенные бытовые и промышленные стоки через пруд-усреднитель поступают в озеро Шелюгино, затем в озеро Второе. Оттуда воду насосными станциями перекачают в озеро Первое, а уже из Первого в город на промышленные предприятия. Предполагается, что за это время в естественных условиях вода окончательно очистится. Проект создавали несколько коллективов, в частности ученые лаборатории охраны водных ресурсов нашего института разработали рекомендации по биологической стабилизации воды. На первом этапе в систему будут включены 14 наиболее крупных предприятий.

Перспективность подобных систем для уральских городов не вызывает сомнения. Возможно создание такого водооборота и для Свердловска. Если Волчихинское водохранилище даст воду для питья и других хозяйственных нужд, а промышленное водоснабжение пойдет через Верхисетское, то очищенные промышленные и бытовые стоки можно возвращать в Исетское или Верхисетское водохранилища, используя их для химической и биологической стабилизации стоков.

Расход такой системы при современном уровне использования воды может быть доведен до 4—5 кубометров в секунду, что равнозначно получению такого же объема дополнительной воды.

Создание оборотных систем снабжения городов и целых промышленных районов позволит получить еще приблизительно половину того, что расходуеться сегодня. Эти ресурсы будут вовлечены в народное хозяйство, кроме того, резко сократится сброс стоков в реки.

«Возвращенная к жизни»

Под таким заголовком в сборнике «Человек и стихия-77» опубликована статья В. Шалгунова. В ней рассказано о том, как на полях колхоза имени Пугачева Оренбургской области используют для орошения отработанную воду с газоперерабатывающего завода. Схема проста: очищенные стоки не сбрасывают, как раньше, в реку Урал, а накапливают в специальных емкостях и летом подают на поля для орошения сельскохозяйственных культур. Сейчас на этой воде работает свыше 20 дождевальных установок «Фрегат».

Рекомендации разработаны совместными усилиями ученых Оренбургского сельскохозяйственного института, проектантов ЮжНИИгипрогаза, сотрудников заводской лаборатории.

Начиная с 1975 года в Гайском и Новоорском районах Оренбургской области ежегодно около 6 миллионов кубометров очищенных сточных вод Орско-Халиловского металлургического комбината, Гайского горно-обогатительного комбината и Ириклинской ГРЭС совхозы используют для орошения. Перспективы большие. Хотим мы того или нет, а жизнь заставляет переходить на бессточные и безотходные системы. Пример тому действующая не-

далеко от Москвы Курьяновская станция аэрации, которая обезвреживает городские стоки и снабжает очищенной водой группу промышленных предприятий.

Возвращаясь к оренбургскому опыту, хочется отметить, что жизнь рождает и новые профессии для обслуживания современных систем водоснабжения. Так появилась должность оператора утилизации сточных вод на полях орошения. В Уральском лесотехническом институте с 1975 года готовят инженеров по технологии рекуперации вторичных материалов промышленности, создана кафедра физико-химических методов защиты биосферы. Рекуперация — это возвращение части материала, расходуемого при проведении того или иного технологического процесса, для повторного использования в том же процессе. Скоро появятся кадры с высшим инженерным образованием, специально подготовленные для разработки, проектирования, строительства и эксплуатации бессточных и безотходных систем водоснабжения народного хозяйства.

Разговоры об охране и рациональном использовании водных ресурсов, массовая пропаганда водоохранной политики — дело нужное и чрезвычайно важное... Только не надо ограничиваться одними призывами, ибо, как справедливо заметил президент Международного союза охраны природы Жан Дорст в своей книге «До того, как умрет природа», «у человека достаточно объективных причин, чтобы заботиться о сохранении природы, но спасет ее не только любовь».

Вместо воды — воздух

Много воды идет в современном производстве на охлаждение аппаратуры, технологических сред и выпускаемой продукции — около 75 процентов всего

объема. Образующиеся в системах охлаждения стоки составляют более двух третей сбросов промышленности. В большинстве своем они загрязнены нефтепродуктами, фенолами и другими вредными веществами и, естественно, загрязняют реки.

Между тем уже разработаны аппараты воздушного охлаждения, они применяются у нас в Советском Союзе на предприятиях нефтеперерабатывающей, нефтехимической, газовой и химической промышленности, а также на некоторых электростанциях. Степень замены водяного охлаждения воздушным зависит в основном от начальной и требуемой конечной температуры охлаждаемой среды.

Воздушные установки более эффективны и экономичны, если необходимо понижать температуру технологических сред или конечных продуктов до плюс 40 градусов. Нефтеперерабатывающий завод мощностью 12 миллионов тонн нефти в год при таком переводе уменьшает капитальные вложения в водоснабжение и канализацию на 18—20 миллионов рублей, сокращает эксплуатационные расходы и снижает потребление воды примерно на 60 процентов. Внедрение аппаратов воздушного охлаждения экономит от 15 до 150 миллионов кубометров воды в год на каждом таком предприятии. При использовании их для охлаждения доменных печей и воздухонагревателей на 75 процентов сокращается потребность в воде.

Аппараты воздушного охлаждения имеют еще ряд преимуществ. В частности, их можно размещать внутри технологических установок, что уменьшает протяженность сетей водоснабжения и канализации и, следовательно, сокращает капитальные затраты и сроки строительства. Кроме того, нет необходимости в специальной подготовке воды для оборотных циклов и чистке теплообменных поверхностей, ис-

ключается утечка охлаждаемых продуктов в окружающую среду.

Применение аппаратов воздушного охлаждения при проектировании предприятий химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, газовой и других отраслей позволит размещать их в районах с ограниченными водными ресурсами, но обладающих другими благоприятными экономико-географическими условиями. Это наиболее прогрессивное направление, за которым будущее.

Охлаждение испарением

Вспомните удивительные свойства воды. Скрытая теплота ее парообразования составляет примерно 540 килокалорий на килограмм, другими словами, каждый литр воды, испаряясь, отбирает у охлаждаемой детали 540 килокалорий. Кроме того, поступая в систему охлаждения с температурой 30 градусов и нагреваясь до кипения, вода отбирает еще 70 килокалорий. Это свойство начинают использовать, внедряя испарительное охлаждение вместо водяного, что сокращает расход воды на охлаждение в 30—300 раз. В мартеновском и прокатном цехах Запорожского металлургического завода замена обычного охлаждения испарительным позволила снизить расход свежей воды почти на сто тысяч кубометров в сутки.

Судьба малых рек

«Урал составляет не искусственную грань Азии и Европы, а природную, так как с него текут одни воды к западу, в огромную систему Волги, другие стремятся в могучую Обь... От Урала же текут реки к югу, в реку Урал, и к северу, в Печору. Тот горный узел питает воды рек, сгущает осадки вод и

тем самым определяет на огромной площади жизнь русских людей, начиная с земледельческой. Истощите тут леса, пустынными станут не только самые горы, но и плоскости, населенные миллионами русских...

На Урале никоим образом не следует допускать даже начала истощения лесов», — писал Д. И. Менделеев.

На горном Урале, как мы с вами уже знаем, начинается река Урал, отсюда пополняется Обь, питается великая Волга. Роднички, ручейки, речушки, собираясь, дают начало большим водным магистралям. Мы должны всегда помнить, что, портя малые реки, мы портим Волгу и Обь.

Человечество научилось управлять режимом рек, создавать искусственные реки, опреснять морскую воду. Технический прогресс в будущем позволит вершить и не такие чудеса. Но ничто и никогда не заменит нам красоты горных речек с их кристальной водой, с их неповторимой свежестью и красотой. Вспомните стихи поэта Леонида Мартынова:

Вода благоволила литься,
Она блистала,
Столь чиста,
Что ни напиться,
Ни умыться,
И это было неспроста.
Ей не хватало
Ила, тала
И горечи цветущих роз.
Ей водорослей не хватало
И рыбы, жирной от стрекоз,
Ей не хватало течь везде.
Ей жизни не хватало —
Чистой,
Дистиллированной воде!

Если мы хотим сохранить хотя бы часть уральских рек в их естественном состоянии, пора действовать. Высокие темпы вырубки лесных массивов

в верховьях рек, создание прудов и забор воды для различных нужд из малых рек ведут к резкому уменьшению стока. А их загрязнение приводит к тому, что воду не всегда можно использовать для бытовых нужд. Не зря существует народная поговорка: «Какую воду пьешь — такое и здоровье». Вмешательство человека должно приносить только пользу, но ни в коем случае не вред.

Сильная засуха 1974—1976 годов не только больно ударила по малым рекам, но и создала ряд других острых проблем. Чрезвычайно осложнилось снабжение городов и поселков питьевой водой, кое-где пострадали сельскохозяйственные угодья. Между тем восстановление малых рек — процесс длительный, к тому же восстановить утраченное подчас невозможно. Ведь речка — не просто канава, по которой течет вода. Это своеобразная, очень сложная природная экологическая система со специфическими, тысячелетиями формировавшимися условиями и взаимоотношениями с окружающей средой.

Именно вся совокупность этих факторов создает определенный гидрологический, гидрохимический и гидробиологический режим реки. Нельзя вырубить лес на водосборе или осушить болото, из которого вытекает река, и не повлиять на саму реку, нельзя загрязнить воду и сохранить в ней флору и фауну и т. д.

Хочется повторить, что не осушительные мелиорации наносят вред малым рекам, а безалаберное, порой просто преступное отношение к делу некоторых хозяйственников, отдельных граждан. К сожалению, еще нередко приходится видеть, как при мелиоративных работах (а ведь мелиорация — это улучшение!) нарушают береговые полосы, вырубают лес и кустарники, меняют русла рек. Там, где расположены водоохранные зоны лесов и зоны са-

питарной охраны водных источников, пасут скот, расширяют сенокосные угодья.

А ведь именно это и приводит к обмелению и загрязнению малых рек. Газета «Советская Башкирия» писала: «Причины обмеления реки Ай мало чем отличаются от причин обмеления других водоемов за последнее время. Основная из них — не хозяйское отношение к природным богатствам. Вот уже который год ведется добыча открытым способом песка и гравия на побережье Ай у поселка Новая Пристань, в районе деревень Ваняшкино, Якупово, Кульметово, Старо-Мухаметшино, Юкалекулево. Увеличивается перечень организаций, занимающихся этим в нарушение водного законодательства, без согласования с органами водного надзора. В их числе — различные строительные организации Челябинской области, Башмежколхозстроя, Сельхозтехники. Все это ведет к изменению русла реки, уменьшению речного стока, почва подвергается эрозии, и как следствие — вода в реке становится мутной и грязной» (1976, 7 сент.).

Судьба малых рек сегодня волнует многих. Хочется верить, что в наших силах сохранить это богатство, эти источники живительной влаги. Напомню мудрые строки Назыма Хикмета: «Но что бы там ни говорилось о цвете вина и апельсинового ликера, запахе малинового сиропа — о том о сем, — ни в одном из этих напитков вы не найдете бесцветного, безароматного аромата сверкающей чистой воды».

Великие северные реки — на юг

Дефицит чистой воды ощущается не только на Урале. Есть трудности в обеспечении промышленных и сельскохозяйственных районов европейской части СССР, республик Средней Азии. Настала пора

подумать о кардинальном решении этой проблемы.

На XXV съезде КПСС в докладе «Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» А. Н. Косыгин подчеркнул, что в десятой пятилетке будут исследоваться возможности переброски части стока сибирских рек на юг. Это большая проблема, которая в определенной степени коснется и Урала.

Природа не очень-то считалась с нашими запросами, когда «делила» водные ресурсы: 80—85 процентов их находится в малонаселенных северных и восточных районах страны, а там, где сейчас размещены вся индустрия, орошаемые земли и большая часть населения, сосредоточено лишь 15—20 процентов. Поэтому не случайно на повестку дня встала дерзкая идея — об этом мечтали передовые умы России еще в конце XIX столетия — повернуть часть стока северных рек на юг.

Надо заметить, что подача воды на большие расстояния в далеком прошлом осуществлялась в районах орошаемого земледелия. Накоплен и наш собственный опыт: в 1933—1937 годах был построен канал имени Москвы, по которому волжская вода подается в столицу на расстояние свыше ста километров. По тому времени это было грандиозное гидротехническое сооружение. Тогда же построен Большой Ферганский канал протяженностью 270 километров, Алханчуртский и Дагорский оросительно-обводнительные каналы на Северном Кавказе и ряд других.

В послевоенный период эти работы приняли еще больший размах. Построены каналы Северный Донец — Донбасс, Днепр — Кривой Рог, Иртыш — Караганда, Северо-Крымский канал, Донской магистральный канал, Невинномысский, Голодностепский, Терско-Кумский и многие другие. Всеми искусственными гидротехническими сооружениями

страны сегодня перераспределяется примерно 40 кубических километров воды в год.

Почему возникла мысль о северных реках? Они содержат основные запасы воды страны. Если и впредь изымать воду из Урала, Волги, Терека, Куры, Дона, Кубани, Сырдарьи, Амударьи, то реальной станет угроза остаться без Азовского, Каспийского и Аральского морей. Лишенные постоянного притока, они будут мелеть, повысится их соленость, исчезнет рыба, моря высохнут.

Разработано несколько проектов переброски северных рек в Каспийское и Азовское моря. Например, можно взять у Печоры и Вычегды около 40 кубических километров в год и подать в Волгу. Это очень интересный вариант, так как гидротехническая система позволит связать между собой Печору и Волгу. По каналу Волга — Дон северная вода пойдет и в Азовское море.

Решен вопрос о строительстве канала Волга — Урал. Он даст возможность оросить около миллиона гектаров земли, обводнить до шести миллионов гектаров пастбищ и улучшить рыбное хозяйство в низовьях Урала.

Варианты переброски воды из Оби и Иртыша в Казахстан и Среднюю Азию значительно сложнее, ведь предстоит оросить огромные пространства Приаралья, Прикаспия, обеспечить промышленный Урал, пополнить Аральское море. Но игра стоит свеч. Если дать влагу богатейшим землям Средней Азии и Южного Казахстана, они возвратят государству затраты сторицей: только в бассейне Аральского моря более 20 миллионов гектаров пригодных для земледелия, но пока бесполезных земель.

Проектанты решают целый комплекс проблем огромного района страны. Это так называемый Срединный регион, охватывающий Западную Сибирь, Алтай, восточную часть Урала, Казахстан и респуб-

лики Средней Азии. Что даст осуществление этого проекта? В низовьях Сырдарьи будут восстановлены четыре миллиона гектаров плодородных земель, еще два миллиона гектаров ныне пустующих земель Туркмении станут пригодными для сельского хозяйства. Оживут пустынные пастбища Казахстана. По берегам каналов вырастут предприятия, города, поселки, ведь это край богатейших запасов газа, нефти, руд. Улучшится и водоснабжение промышленного Урала.

Есть такой вариант: в районе впадения Тобола в Иртыш соорудить Тобольское море с системой судоходных шлюзов на плотине. Насосные станции поднимут воду на высоту 75 метров к Тургайскому водоразделу, до города Заводоуковска. Дальше она пойдет до Минбулакского водохранилища в Приаральской низменности, а из этого резервуара будет подаваться в Амударью, Сырдарью и оросительные каналы.

Все работы предполагается осуществить в несколько этапов. На первом перебрасывается 25 кубических километров в год, на втором этот объем удвоится. Затраты очень велики: переброска одного кубического километра обойдется в 150 миллионов рублей! Вот почему так много споров и разногласий по этому поводу. Чтобы решиться на такие расходы, нужно взвесить все «за» и «против». К тому же трудно предусмотреть все отрицательные последствия столь грандиозного строительства. Как это скажется на природных объектах?

Возьмем сибирские реки. Обь, например, имеет средний объем многолетнего стока 531 кубический километр, а Енисей — 603.

Обь — сравнительно спокойная река. Огромные массивы болот в среднем и нижнем течении создают условия для высокой естественной зарегулированности стока, благодаря чему половодье растя-

гивается на три-четыре месяца. Водосбор Оби — свыше трех миллионов квадратных километров, более трети его занимают болота. Эта особенность создает условия для резервирования большого количества влаги в болотах. Они, кроме того, служат теплоизоляторами, вследствие чего в бассейне Оби весьма ограничено развитие вечной мерзлоты. Все это необходимо иметь в виду при осуществлении осушительных мелиораций: сдвиг природного равновесия может привести к разрастанию очагов мерзлоты.

Особенности обского половодья, длящегося почти до осени, приводят к тому, что грунтовые воды болот практически не участвуют в питании реки, они как бы подперты ее высокой водой. Лишь осенью, когда уровень спадает, болотные воды включаются в питание реки. В южной части бассейна приток питающих вод значительно больше, чем в северной, к тому же на юге формируются хорошие воды от таяния горных ледников, а в средней и северной частях бассейна это главным образом болотные воды. Казалось бы, в таком случае надо брать воду из верховьев бассейна. Но не будем торопиться с выводами...

Осенью, когда сокращается поступление воды с верховьев, в питании реки начинают преобладать болотные воды среднего и нижнего течения. Это приводит к изменению химического состава воды в низовьях реки и в Обской губе. Болотные воды несут с собой огромное количество органического вещества, которое, окисляясь, «съедает» весь речной кислород, что отрицательно сказывается на всех живых организмах и особенно на рыбе. По времени это неприятное явление может захватить весь зимне-весенний период, а по площади — распространиться на трети водосбора. Такие лишённые кислорода воды поступают и с уральскими реками — при-

токами Иртыша. Очевидцы рассказывают, что в эти периоды заснувшей и отравленной рыбой покрывается все дно южной части Обской губы, часть погибшей рыбы попадает на берега и тут гниет.

Кардинального метода борьбы с этим явлением пока не найдено. И все же, несмотря на столь грозное природное бедствие, Обский бассейн был и остается крупнейшим промысловым районом по улову рыб ценных осетровых и сиговых пород, уступающим разве что Каспию. Как только в паводок с верховьев бассейна пачипают поступать свежие воды, заморные явления быстро ликвидируются, восстанавливается нормальное гидрохимическое состояние реки.

Огромное влияние оказывают обские воды и на ледовый режим Карского моря, они способствуют раннему по сравнению с другими северными реками началу навигации.

Все это следует учитывать при планировании переброски воды из сибирских рек, ведь создание водохранилищ и изъятие части стока Оби в верхней или средней части бассейна, безусловно, скажется на состоянии всей реки, ее биологической жизни, химическом составе воды в низовьях, ледово-термическом режиме и других важных показателях. Совсем без потерь, конечно, не обойтись, но надо их свести к минимуму.

Обсуждая эти вопросы, нельзя не коснуться проблемы дальнейшего существования внутренних водоемов — Каспийского и Аральского. Судьба этих морей-озер волнует специалистов в связи с катастрофическим падением уровня, увеличением солености и рядом других нежелательных явлений, которые уже сейчас наносят ощутимый ущерб экономике страны.

Единственную эффективную меру по восстановлению этих морей или хотя бы стабилизации их со-

стояния на современном уровне специалисты видят в искусственном пополнении водой за счет переброски стока северных и сибирских рек. По мнению ученых, чтобы сохранить теперешние размеры Каспийского моря, к 2000 году потребуется ежегодно «доливать» в него около ста кубических километров.

Каспийская проблема возникла еще в тридцатых годах, когда подряд в течение восьми лет выпадало очень мало осадков, что привело к исключительному маловодью: уровень моря понизился на два метра. Вновь интерес к Каспию пробудился в последние годы в связи с бурным развитием орошения в бассейнах Волги и Урала, на Северном Кавказе. Вода, взятая для орошения, уже утрачивается для данного бассейна или региона, стало быть, надо ожидать, что безвозвратные потери будут только увеличиваться.

Появились прогнозы. Ученый Ю. П. Чекулаев из Института водных проблем Академии наук СССР проанализировал водный баланс Каспийского бассейна и сделал вывод, что в 1970—2010 годах следует ожидать дальнейшего снижения уровня моря на два-четыре метра. Но есть и другое мнение. В основе его лежит версия, что снижение уровня Каспийского моря вызвано главным образом естественными природными циклическими колебаниями, ритмичностью, на фоне которых потери от хозяйственных нужд ничтожно малы.

Эту гипотезу подтверждает тот факт, что многократные снижения и последующие подъемы (как говорят геологи — регрессии и трансгрессии) уровня Каспийского моря отчетливо видны в геологической летописи четвертичного периода. Глобальные колебания климата можно отметить и в нашем столетии. Потепление, длившееся несколько десятилетий, в начале сороковых годов сменилось похолоданием. На обширных территориях понизилась тем-

пература, стало больше льда в арктических морях, увеличилось количество осадков в отдельных областях. Все это, естественно, должно сказаться и на состоянии внутренних морей.

Еще в 1956 году был составлен сверхдолгосрочный прогноз изменения уровня Каспия с предполагаемым снижением его к 1970 году примерно на один метр, а к концу столетия — до трех метров и более. В прогнозе большое значение придавалось забору воды на хозяйственные нужды из рек, впадающих в Каспийское море.

Оптимисты придерживались другой точки зрения. Они утверждали, что на фоне неизменного уровня или даже некоторого подъема до 1975 года должны происходить небольшие колебания, до 30—50 сантиметров. Затем в период до 1980 года на фоне продолжающихся межгодовых колебаний прежнего порядка произойдет общий подъем уровня на 50—60 сантиметров, после чего вплоть до 1990 года уровень будет подниматься более интенсивно и к концу столетия достигнет высших отметок 20-х годов.

Видите, какие противоположные точки зрения. А ведь от того, как будет вести себя этот водоем, зависит объем переброски стока северных и сибирских рек.

Со времени первых прогнозов прошло более 20 лет, теперь есть возможность оценить их. Так вот, прогноз оптимистов оказался более верным. Сейчас из официальных сообщений Гидрометслужбы мы знаем, что уровень Каспийского моря поднимается, хотя воды из рек берется все больше.

Небезынтересно выделить гидрологический прогноз, выполненный коллективом Ленинградского государственного гидрологического института. Ученые отнесли катастрофическое падение уровня Каспия в 1932—1941 годах на счет климатических явлений.

В последующие годы значительно возросло влияние хозяйственной деятельности. Доктор географических наук И. А. Шикломанов считает, что если бы сток Волги, Урала, Куры и других рек не нарушался, то уже с 1955 года начался бы устойчивый подъем уровня моря, а к 1972 году он стал бы на метр выше сегодняшнего. Научный анализ убеждает, что современное состояние Каспийского моря во многом зависит от хозяйственной деятельности. Ну а что будет дальше? Как планировать развитие народного хозяйства в бассейне? Ученые Ленинградского гидрологического института предполагают, что, коль скоро с 1976 по 2000 год естественный приток в море, испарение и осадки будут такими же, как в 1956—1975 годах, то, учитывая развитие народного хозяйства в бассейне, уровень моря к 1985 году понизится примерно на полметра, а к 2000 году — почти на полтора. Если бы на сток впадающих в Каспий рек не влияла хозяйственная деятельность, уровень моря продолжал бы подниматься и к 2000 году достиг высоких отметок 20-х годов. Снижение происходит в основном за счет развития орошаемого земледелия. Без него средний уровень моря практически бы не изменился, несмотря на влияние всех остальных видов хозяйственной деятельности.

Сверхдолгосрочные климатические прогнозы показывают, что в будущем наиболее вероятен повышенный (на 10 процентов) естественный приток воды в Каспийское море. Опираясь на этот прогноз и учитывая все планируемые хозяйственные мероприятия, к 2000 году следует ожидать общее повышение уровня Каспия приблизительно на 20—40 сантиметров.

Этому в значительной мере будет способствовать и решение отчленить от моря залив Кара-Богаз-Гол — гигантский естественный испаритель воды.

В начале 1980 года закончено сооружение плотины, перекрывшей пролив между Каспием и Кара-Богаз-Голом, что позволит ежегодно экономить не менее пяти кубических километров каспийской воды.

Но как бы то ни было, сегодня утвердилось мнение, что для дальнейшего развития народного хозяйства в южной зоне европейской части СССР необходимо перебросить часть волжского стока в бассейн Урала, а воду из Печоры, Северной Двины и Невы подать в бассейн Волги.

В перспективе часть сибирского стока (прежде всего из бассейна Оби, а затем, возможно, из Енисея) будет переброшена в Казахстан, Среднюю Азию и на Урал. Для полного освоения высокоплодородных земель в бассейне Аральского моря потребуется около 300 кубических километров сибирской воды в год. На первом этапе предполагается подать 25 кубических километров, это уже искусственная Волга. Таких масштабов не знала мировая практика. Посмотрите, какие цифры фигурируют в проектах: длина канала 2500 километров, ширина — 280—420 метров. Подавать воду будут насосные станции производительностью 1000 кубометров в секунду.

Большие научно-исследовательские работы и поиски возможных вариантов перераспределения стока рек ведет Институт водных проблем Академии наук СССР. Директор института, член-корреспондент Академии наук СССР Г. В. Воропаев выделил четыре принципиально разных подхода к решению задачи, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки.

Первая группа вариантов предусматривает раздельное обеспечение водой европейской и азиатской частей страны.

Вторая — совместное, в ее основе лежит идея забора воды из нижнего течения Оби, переброска

через Уральский хребет в бассейн Печоры и далее в Волгу. Засушливые районы Южного Урала, Средней Азии, Южного и Западного Казахстана предполагается увлажнить за счет воды, поданной в Волгу с севера.

Третья группа вариантов построена в расчете на Волгу. Чтобы компенсировать уменьшение притока воды в Каспийское море, предложено заимствовать ее из Черного. В таком случае на северном Каспии при помощи отгораживающей дамбы нужно создать акваторию с управляемым гидрохимическим режимом.

Наконец, четвертая группа включает все предложенные решения в наилучших, наивыгоднейших сочетаниях. Причем все предыдущие варианты могут рассматриваться как отдельные этапы при формировании единой водохозяйственной системы страны.

На мой взгляд, предпочтительна именно четвертая группа, потому что она отвечает современному научно-техническому мировоззрению. Развитие водохозяйственной системы должно происходить поэтапно, с учетом всех достижений научно-технического прогресса, состояния производительных сил страны.

Единая водохозяйственная система — не только техническое средство удовлетворения потребностей в воде и управление водными ресурсами, это и новый компонент географической среды, на базе которого сформируются новые водообменные, гидрохимические, экологические и другие связи.

С чего же начинать?

Член-корреспондент Академии наук СССР В. Н. Кунин на этот вопрос ответил, что начинать надо со всемерной экономии, слишком много и не всегда по-хозяйски мы расходует воду.

Обратимся к промышленности. Использование

воды в технологических процессах обходится очень дорого. В наше время тратить столько пресной воды в промышленном производстве — то же самое, что оклеивать стены в квартире не обоями, а сторублевыми банкнотами!

Это в полной мере относится и к Уралу. Повторю всего две цифры: в Свердловской области 96 процентов воды, идущей на нужды народного хозяйства, забирает промышленность, большая часть свежей воды — около 80 процентов — поступает на предприятия. Правда, в последние годы в промышленности стали действовать системы водооборота и повторного использования. В Свердловской области обеспечение посредством оборота достигло 86 процентов, в то время как, например, в Пермской области всего 46, в Оренбургской — 48 процентов.

Ну, в Пермской области еще понятно: там с водой неплохо, а вот в Оренбургской — другое дело. Если в Оренбургской области технический уровень водного хозяйства довести хотя бы до среднего по Уралу (65 процентов обеспечения за счет оборотного и повторного использования воды), это позволит высвободить почти 25 кубометров свежей воды в секунду и соответственно снизить объем сбрасываемых стоков.

Двадцать пять кубометров в секунду свежей воды — много это или мало? Столько идет сегодня для хозяйственно-питьевого водоснабжения Свердловской, Челябинской, Пермской и Оренбургской областей, вместе взятых. Или примерно столько, сколько требуется по прогнозам для нормального развития народного хозяйства Оренбургской области, включая орошение, по крайней мере до уровня 1990 года.

Несколько подробнее о Свердловской области. Общий объем используемой воды с 1967 по 1980 год здесь вырос в полтора раза. А вот объем свежей

воды сначала возрастал, но потом, начиная с засухливых 1974—1975 годов, снижался и теперь достиг уровня 1967—1968 годов. Иначе говоря, за 10—12 лет он не изменился. За то же время расход систем водооборота увеличился в 1,6 раза. Изменилось и распределение свежей воды между потребителями: если десятилетие назад промышленность забирала 90 процентов, а коммунальное хозяйство — 10, то уже в 1979-м соотношение изменилось: 77 и 23 процента.

Как ни парадоксально, но получается, что нет худа без добра. Засуха стимулировала технический прогресс в водном хозяйстве. Можно привести пример по Средней Азии, когда в наиболее засухливый 1975 год подача воды в оросительные системы была наполовину снижена, а урожай хлопка получен самый высокий за всю историю его возделывания.

Возвращаясь к Свердловской области, замечу, что и сейчас, хотя доля водооборотных систем достигла 86 процентов, резерв еще достаточно высок: большая часть свежей воды идет в прямоточные системы. Реальной стала задача увеличить процент водооборотных систем в области до 95 процентов. Высвобождающийся в этом случае резерв составит 15—20 кубометров свежей воды в секунду. Так уже живут и работают Каменск-Уральский, Асбест, Кировград, Красноуральск, Качканар, Нижняя Тура. В Свердловске и Нижнем Тагиле этот процент может быть еще выше.

В общем, ученым и инженерам есть над чем поработать. Уровень современного промышленного производства в известной степени можно оценивать по такому принципу: чем меньше предприятие потребляет свежей воды, тем выше его научно-технический уровень.

И второй момент. Нельзя не согласиться с мнением члена-корреспондента Академии наук СССР

В. Н. Кунина, высказанным на страницах «Литературной газеты» 1 сентября 1976 года. Осуществление грандиозных технических мероприятий по перераспределению стока рек будет сопровождаться нежелательными последствиями. Исходя из этого, В. Н. Кунин справедливо пишет, что нет возможности интенсивно развивать орошение в бассейнах Дона и Кубани и одновременно «сохранить и приумножить» рыбные богатства Азовского моря. Это хотя и жестокая, но реальность. Значит, надо выбирать: или — или. И с такими вещами приходится сталкиваться не так уж редко.

В каждом случае необходимо научно обоснованное решение, которое исходило бы из общегосударственных интересов: что более важно? В каждом конкретном случае нужны строгий бескомпромиссный экономический расчет и выбор оптимального решения, которые потери для общества и для природы сводили бы к минимуму, а государственный выигрыш подняли до максимума.

Но это все будущее, а как быть сегодня?

Тавду — в Урал

Проектировщики Южуралгипроводхоза задались вопросом: а нельзя ли решить проблему хотя бы на ближайшие 25—30 лет за счет перераспределения местных уральских ресурсов, в частности северных рек Свердловской области — Тавды и Туры? Так родилась идея перебросить воду этих рек в Свердловскую, Челябинскую, Курганскую и Оренбургскую области для улучшения промышленного и коммунального водоснабжения и орошения земель.

О сельском хозяйстве стоит сказать отдельно. Мы часто забываем, что в Российской Федерации Уральский экономический район — поставщик одной шестой части всей пшеницы, а по твердым и силь-

ным сортам — почти половины. Вместе с тем сельское хозяйство еще недостаточно снабжает городское население овощами, молоком, мясом.

Засушливые годы значительно снизили производство продуктов питания. Достаточно сказать, что засуха 1975 года только в Свердловской, Челябинской, Курганской и Оренбургской областях нанесла ущерб в 1,3 миллиарда рублей.

Из-за недостатка кормов значительно снижено поголовье скота: крупного рогатого — на 334 тысячи голов, свиней — на 1 192 тысячи. И это за один год, когда мы были не подготовлены к борьбе с засухой, не имели резервов для увлажнения земли. Вот почему стоит взять излишки воды из Тавды и Туры и распределить там, где влаги не хватает — в районах Среднего и Южного Урала.

Трасса переброски пройдет вблизи Свердловска, Челябинска, Магнитогорска и других крупных городов. Рассмотрено несколько вариантов, но окончательный пока не выбран. В любом случае это будет сложная водохозяйственная система, включающая серию хранилищ на Тавде и Туре, главный канал, распределительную сеть, насосные станции подъема воды, акведуки. Канал соединит Тавду и Урал, пересечет Туру, Ницу, Пышму, Исеть, Миасс, Уй и многие другие. Все это позволит обеспечить устойчивое снабжение промышленности и сельского хозяйства, оздоровить малые реки. Ориентировочная стоимость — около трех миллиардов рублей. Но вспомните: ущерб, нанесенный сельскому хозяйству только за один год, составил почти половину этой суммы.

Большая часть воды, отданная для орошения, позволит значительно расширить производство всех видов сельскохозяйственной продукции, причем площадь орошаемых земель будет увеличиваться и к 2000 году достигнет двух миллионов гектаров.

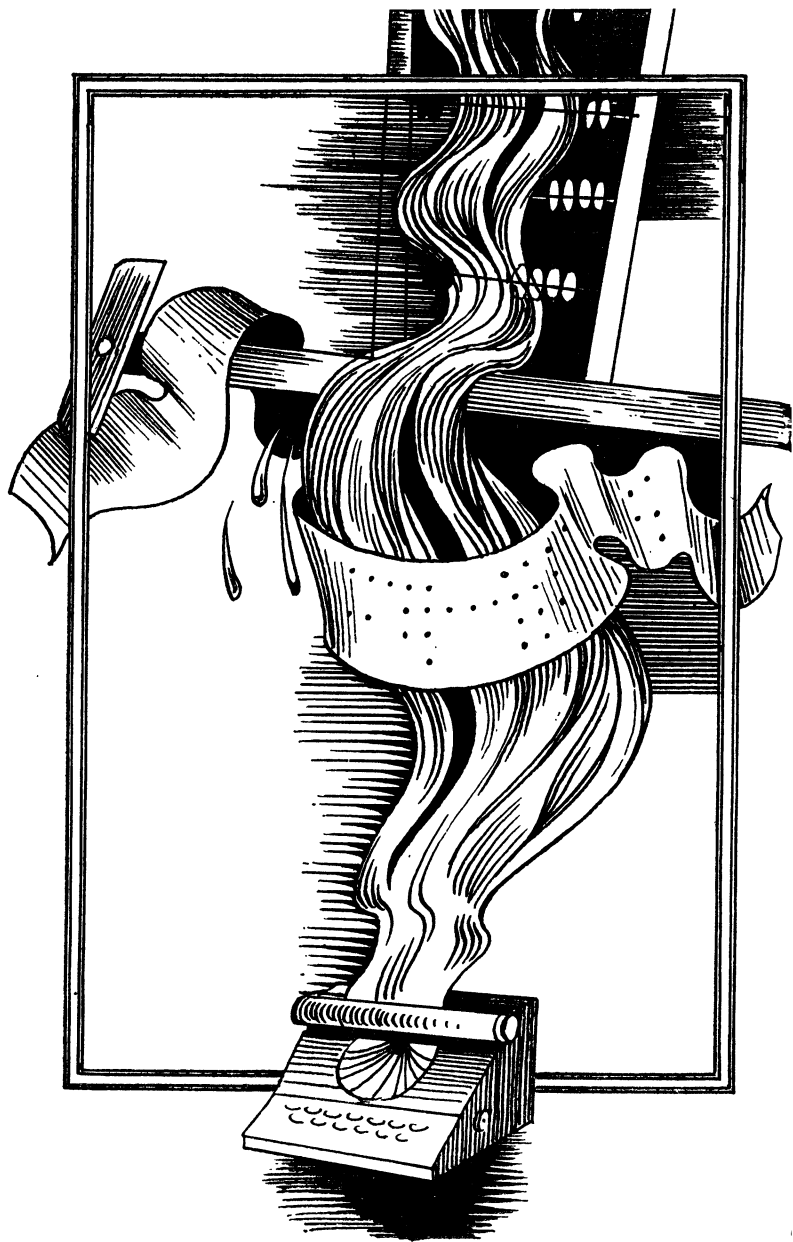
В начале XXI века мы сможем орошать зерно-

вые культуры, до 65 тысяч гектаров овощей, 65—100 тысяч гектаров картофеля, около двух миллионов гектаров кормовых культур и пастбищ. Орошаемое земледелие — это интенсивное сельскохозяйственное производство, не зависящее от капризов погоды, поэтому можно твердо сказать, что потребности населения в продуктах питания будут удовлетворены полностью.

В связи с переброской стока Туры и Тавды тоже возникнет много научных, технических и хозяйственных проблем. Можно предположить, что произойдут изменения в окружающей природе, о них надо подумать заранее. А вот преимущества уже сейчас очевидны: во-первых, трасса пересечет все наши сравнительно малые реки — Туру, Пышму, Ницу, Исеть, Миасс, что позволит использовать их как естественную распределительную сеть и одновременно увеличить их наполнение, оздоровить.

Во-вторых, можно создать водооборот в масштабах целого Тобольского бассейна, если головное хранилище построить на Тоболе. Вода из головного хранилища транспортируется в промышленные и сельскохозяйственные районы, используется, сбрасывается в реки и, пройдя много километров по существующим руслам, возвращается обратно. Если трассу главного канала не доводить до реки Урал, а ограничиться бассейном Тобола, сформируется бассейновый водооборот.

Третье преимущество: есть возможность создать единую управляемую водохозяйственную систему Урала, а позднее и автоматизированную систему управления ею. И, в-четвертых, осуществляя переброску, мы проверим все научные, инженерные, строительные, эксплуатационные и другие вопросы, накопим опыт, чтобы затем применить его в масштабе страны, в частности, при переброске обской воды в Среднюю Азию.



ЗАГЛЯНЕМ В БУДУЩЕЕ

Пьем море

В Мировом океане более 1300 миллионов кубических километров воды. Поистине неисчерпаемый резерв, но, к сожалению, она соленая.

Как сделать морскую воду пресной? Есть несколько методов опреснения соленых вод, основанных на дистилляционных, физико-химических, экстракционных, мембранных, биологических процессах, эффекте вымораживания. Более других распространен метод дистилляции, то есть испарения соленой воды с последующей конденсацией пара.

Двадцать лет назад в мире работало немногим более 80 опреснительных установок преимущественно такого типа общей производительностью 120 тысяч кубометров в сутки. А теперь только в Советском Союзе их более двухсот. Большая опреснительная установка на энергии от атомной электростанции работает в городе Шевченко на полуострове Мангышлак. Этот город получает сейчас столько пресной воды, сколько дают ее почти все опреснительные установки мира.

Надо сказать, что дистилляционный метод опреснения требует больших затрат тепловой энергии. Поэтому, считают ученые, опреснение соленых вод будет вестись на базе атомной энергетики. У нас в Зауралье сосредоточены большие запасы соленых вод в озерах и в подземных горизонтах, поэтому вопрос об их использовании для нас тоже актуален.

Есть в мировой практике опыт использования соленых вод для орошения, научные данные свидетельствуют, что урожайность сельскохозяйственных культур при поливе солеными водами высокая.

Дождь по заказу

Последние два-три десятилетия в Советском Союзе и за рубежом многие учреждения занимаются проблемой искусственного увеличения атмосферных осадков за счет активного воздействия на облака. Заманчиво получить дополнительный источник водных ресурсов!

Суть этого процесса такова: в массу облака вводят реагенты, которые стимулируют выпадение дождя. В качестве реагентов используют йодистое серебро и сухой лед. Экспериментальные исследования проводились во многих странах. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что в настоящее время при искусственном воздействии на облака можно добиться увеличения атмосферных осадков примерно на десять процентов. Опытные данные, полученные в различных странах, имеют значительный разброс. В Индии среднее увеличение составило 25 процентов, в Алжире оно колебалось от 2 до 38 процентов, в США — от 20 до 70, в Японии — от 13 до 50, в Мексике — до 20 процентов.

Многие советские ученые считают, что, несмотря на проблематичность решения и существующие трудности, со временем искусственное воздействие на облака получит практическое применение. А увеличение даже на 10 процентов количества выпадающих осадков, бесспорно, имеет неопределимое значение. Особенно привлекательна в этой проблеме не столько возможность общего увеличения водных ресурсов, сколько возможность управления этим дополнительным источником. Представьте себе засушливое лето, когда судьбу урожая может решить один дождь. Или лесные пожары. Какой ущерб они нанесли экономике Свердловской области в 1977 году! Если бы мы могли искусственно вызвать дождь, многих потерь можно было бы избежать.

Уместно здесь вспомнить, что лето 1977 года было необычным для Урала. Возьмем Свердловскую область. Прогнозировалась засуха. Выпавшие над многими районами весенние осадки создали определенный запас влаги в почве и способствовали отменному урожаю. Да и в июне-июле наряду с теплой, даже жаркой погодой периодически выпадали грозовые дожди.

Всех волновало положение Свердловского промышленного узла, ведь водохранилища к весне были практически опорожнены. Но грозовые дожди хорошо выпадали в верховьях бассейнов Исети, Чусовой и Уфы. В результате все хранилища наполнили. Водоснабжение, по существу, базировалось на атмосферных осадках, выпадавших на водосборе этих рек, а хранилища держали нетронутый резерв.

В то же время в северных и северо-восточных районах области за весну и лето не выпало ни одного дождя, возникли катастрофические лесные пожары. Как бы пригодилось нам умение управлять атмосферными осадками!

Оригинальное инженерное решение предложили ученые Московского института прикладной геофизики. В основе его — использование отработавших свой моторесурс реактивных двигателей. Установка, включающая несколько двигателей, соединенных форсажной камерой, создает вертикально восходящий поток, который увлекает за собой массы воздуха. Этот воздух в результате перепада температур и давления конденсируется в кучевые облака. Достаточно «засеять» их углекислотой или йодистым серебром — и хлынет дождь.

Дождь по заказу — это уже не сказка. И пусть описанный способ не нашел пока широкого применения, но можно с уверенностью сказать, что могучий рост науки и техники раскроет перед человечеством эти перспективы.

Сегодня фантастика — завтра реальность

Теперь несколько информации, в которых есть нечто, я бы сказал, фантастическое.

...Самые большие запасы пресной воды в ледниках: 24 миллиона кубических километров. Это 85 процентов мировых запасов. В морях и океанах постоянно дрейфуют громадные айсберги — глыбы, отколовшиеся от материковых ледников Антарктиды и Гренландии. Встречаются гигантские айсберги длиной до 120 километров, шириной 75 километров и высотой до 500 метров. Это целые плавучие горные сооружения из льда. В каждой такой ледяной глыбе больше 4000 кубических километров пресной воды. Уралу хватило бы такого «кусочка» льда для обеспечения всех нужд народного хозяйства в течение 250 лет.

Стало быть, в принципе задача ясна: подогнать айсберг к берегу и качать пресную воду. На первый взгляд это выглядит фантастично. А вот недавно французский исследователь Поль-Эмиль Виктор предложил Саудовской Аравии проект: «отколоть» от антарктического ледника кусок «замороженной пресной воды» и отбуксировать к Аравии. Для транспортировки понадобится 5—6 буксиров, каждый мощностью по 15 тысяч лошадиных сил. Подобные буксиры есть, они используются для перемещения морских нефтяных платформ. Подсчитали: предприятие обойдется в 100 миллионов долларов, один кубометр воды будет стоить примерно полдоллара, что вполонину дешевле, чем кубометр опресненной морской воды. И эта стоимость снизится в пять раз, как только дело будет поставлено на промышленную основу.

...Человек всегда пытался извлечь из ледников влаги больше, чем они могут дать в результате есте-

ственного таяния. На протяжении многих лет китайские крестьяне в западных провинциях «чернили» ледники, разбрасывая по льду лёсс, чтобы ускорить таяние и таким образом получить побольше воды для полива полей.

Эксперименты советских ученых на ледниках Тянь-Шаня показали, что слой угольной пыли, развеянной по поверхности льда из расчета пять тонн на квадратный километр, увеличивает поглощение солнечной радиации и заметно усиливает таяние льда. Установлено, что так можно наполовину повысить ежегодный приток в горные реки.

Осторожность требуется, конечно, и здесь, иначе мы лишимся надежных источников воды.

...На протяжении миллионов лет реки выносят в моря соли, органические вещества, грунт и т. д. Поэтому морская вода содержит около 50 элементов периодической системы, витамины, некоторые антибиотики.

Журнал «Техника — молодежи» (1976, № 2) сообщил: «Опыты показали, что вода пресных водоемов с добавкой морской воды в небольшом объеме (до одного процента) быстрее очищается от мути и сточных загрязнений. Это объясняется не только возрастающей активностью микроорганизмов и простейших; ионы, возникающие в слабом электролите, взаимодействуют с электрически заряженными частицами загрязнений, нейтрализуют их и тем самым способствуют их выпадению в осадок».

Добавка морской воды позволит, несмотря на спуск бытовых и промышленных стоков, сохранить прозрачность рек, увеличить их биологическую продуктивность. Можно сказать, что морская вода помогает реке очищаться, возвращает молодость.

«Жидкая руда» — так геологи называют воды, в которых содержатся значительные количества каких-либо ценных для народного хозяйства компо-

нентов, например, лития, бора, брома, натрия. Есть такие воды и в подземных горизонтах Урала, они эксплуатируются.

Но мы имеем в виду нечто другое. В результате многолетнего сброса неочищенных стоков некоторые реки превратились в «рудные». Это и вред природе, это и расточительно, так как теряется ценное сырье. По данным ЮНЕСКО, реки ежегодно выносят в мировой океан 350 миллионов тонн железа, 2,5 миллиона тонн свинца, 7 миллионов тонн фосфора!

Теперь пример другого рода. Отходы жиров на маргариновых заводах составляют около 50 килограммов на тонну чистого жира.

Кандидат химических наук Ш. Ш. Шаманаев и аспирант Уральского политехнического института Б. С. Браяловский, разрабатывая рекомендации, как предотвратить спуск в природные воды так называемых синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), предложили одной из парфюмерно-косметических фабрик сделать водоснабжение обратным и, кроме того, извлекать остатки моющих средств. Проект хорош: в природные воды не попадут токсичные вещества, большая часть СПАВ вернется в народное хозяйство, и экономия завидная — 70 тысяч рублей в год. Свердловская парфюмерная фабрика приняла рекомендации ученых.

...Девяносто процентов известных нам полезных ископаемых сформировались в воде или при ее участии: фосфориты, нефть, каменные и калийные соли, уголь и многие другие. В морской воде содержится вся таблица Менделеева. Золота, например, миллиард тонн. А железо, марганец, медь? Нетрудно подсчитать, что в одном кубическом километре морской воды растворено столько магния, сколько его сейчас добывается во всем мире. Надо взять богатства из морской воды! Пока это нам недоступно,

но настанёт время, мы возьмемся и за этот резерв.

...Горячая вода, вытекающая на поверхность в виде источников в районах действующих вулканов, давно известна людям. Сегодня водой и паром горячих источников отапливается исландская столица — Рейкьявик. В Новой Зеландии на этом топливе живут электростанции, вырабатывая в год около одного миллиарда киловатт-часов. Богата горячими источниками и наша страна — Камчатка, Курилы, Кавказ. Гидрогеологи считают, что добывать горячую воду можно и в недрах Западной Сибири. Есть предположение о горячих водах в восточных районах Курганской области.

Под нашими ногами — кладовые подземного тепла. И те капли, которые сегодня выплескиваются в виде гейзеров или выливаются источниками, лишь жалкие крохи. Человек, конечно, научится «добывать» и использовать это тепло, буровые скважины прорежут Землю на глубину 10, 20, 30, 50 километров и даже больше. По трубам горячие воды и пар тысячекилометровыми реками разольются по нашей стране. Они не только обогреют города, теплицы, удовлетворят нужды промышленности. Овладев подземным теплом, можно управлять погодой.

Еще одна интересная информация. На раскопках в Феодосии обнаружили сеть водопроводных труб, проложенных много веков назад. Они подавали в город воду от куч щебня, сложенных на возвышенных местах. Что это за сооружения? Оказывается, ветер, проходя через рыхлые кучи, оставляет на камешках mirады капель. Физики установили, что ветер приносил древней Феодосии ни много ни мало — 700 тысяч литров пресной воды в сутки.

Советский ученый Б. З. Фрадкин в своей книге ¹

¹ См.: *Фрадкин Б. З.* Белые пятна безбрежного океана. М., «Недра», 1976.

приводит интересные данные. Оказывается, в центральной полосе СССР ветер, дующий со скоростью пять метров в секунду, пронесит в сутки над участками длиной 100 километров и шириной в один километр столько воды, что ею можно заполнить огромное водохранилище — 300 тысяч кубометров. Это чуть меньше суточной потребности Свердловска.

...Наука не стоит на месте. Иногда рождаются такие открытия, которые в корне меняют техническую оснащенность. Недавно в печати промелькнуло сообщение о возможности передавать воду (точнее, пары воды) по полуму световому лучу, создаваемому квантовым генератором.

А в США разработан и опробован метод, который может оказаться весьма эффективным для сбора атмосферных осадков в засушливых районах. Поверхность почвы покрывают непроницаемым асфальтом, влага стекает в крупные, удерживающие воду ямы, откуда ее можно периодически брать, например, для орошения.

На экспериментальной площадке в 3,6 гектара, покрытой асфальтом, удалось собрать две трети осадков. Если исходить из годового количества осадков — 375 миллиметров (восточные районы Курганской и Оренбургской областей), то площадь размером в 14 квадратных километров может дать более 5,2 миллиона кубометров воды в год, что достаточно, чтобы полностью удовлетворить потребности ста тысяч человек или оросить две тысячи гектаров земли.

Научимся управлять...

Руководство всей многообразной деятельностью, включая охрану, комплексное и рациональное использование водных ресурсов, регулирование взаимоотношений потребителей, осуществляет специальная отрасль. Мы уже говорили, что юридически эти

функции в настоящее время выполняет Министерство мелиорации и водного хозяйства и его органы на местах — территориальные (бассейновые) управления.

Дело это не простое, особенно если учесть, что воды недостаточно, а требования потребителей зачастую противоречивы. Поэтому вопросы водоснабжения решаются на каждом историческом этапе по-своему, но всегда водообеспечение зависит от технической оснащенности и материальных возможностей общества. На практике это закрепляется в виде норм потребления воды. При планировании развития народного хозяйства определяют потребности в воде в соответствии с нормами и в зависимости от них заранее рассчитывают затраты, необходимые для дополнительного строительства, например создания новых водохранилищ, каналов и т. д. Затраты согласуют с реальными возможностями, и в случае необходимости производится корректировка.

Научно-технический прогресс, бурное развитие общественного производства сопровождаются увеличением потребности в воде, а чтобы удовлетворить запросы, не обойтись без затрат, так как надо привлекать дополнительные ресурсы.

В горнозаводской части водораздела Камы и рек Волжско-Уральского и Тоболо-Обского бассейнов, где сосредоточено лишь немногим более шести процентов общих запасов воды, размещена водоемкая промышленность, живет большая часть населения, поэтому дефицит испытывают многие города и поселки.

Ныне изыскиваются возможности для удовлетворения потребностей предприятий Свердловска, Челябинска, Нижнего Тагила, Магнитогорска и других городов.

Теперь обратимся к цифрам, к экономической сути вопроса. Дефицит водных ресурсов — это одна

сторона дела. А вот другая. Забор свежей воды удваивается примерно через каждые десять лет. В себестоимости промышленной продукции расходы на водоснабжение достигают пяти-семи процентов и продолжают стремительно расти.

Чем же располагает отрасль — водное хозяйство? Прежде всего это основные средства производства — инженерные сооружения для регулирования стока (плотины, дамбы водохранилищ и другие гидротехнические сооружения на них), для доставки воды к потребителю и от него к очистным сооружениям (водозаборы, каналы, насосные станции, магистральные трубопроводы, сети водопроводов и канализации), сооружения оборотных систем водоснабжения, очистки сточных вод и другие. На Урале их общая стоимость — шесть-семь миллиардов рублей. В ближайшие 10—15 лет основные фонды увеличатся вдвое. Затраты на эксплуатацию — около полутора миллиардов рублей в год.

Различные способы обеспечения водой не одинаково эффективны, и возможности некоторых из них ограничены. Так, отбор воды из рек с минимумом сооружений требует до 100 рублей капитальных затрат на кубометр суточной производительности. Но естественные ресурсы иссякают, и впредь рассчитывать на этот способ не стоит.

Для извлечения воды из-под земли нужны более значительные капитальные вложения и эксплуатационные затраты. Этим способом можно удовлетворять запросы в основном некрупных потребителей: небольших городов и сел, отдельных предприятий. Объем эксплуатации подземных вод в перспективе будет расти, но его удельный вес среди других способов сократится. Очевидно, возрастет потребление вод с повышенной минерализацией и шахтных.

Регулирование стока рек с помощью водохранилищ позволяет использовать на Урале основную

часть поверхностных вод. Сегодня это самый эффективный способ. К сожалению, его возможности во многих районах почти исчерпаны.

Наиболее перспективный способ — обратное водоснабжение. В зависимости от технологии производства основной продукции, существования относительно чистых и грязных производственных циклов эксплуатационные расходы колеблются, но в среднем это две копейки за кубометр. Капитальные вложения — около 100 рублей на кубометр суточной производительности.

Наибольшие эксплуатационные и капитальные затраты влечет за собой очистка стоков. На Урале, где объем сточных вод нередко превышает расход реки в месте сброса, требования к степени очистки высокие, в большинстве случаев необходима еще дополнительная очистка, а это в два-три раза дороже по капитальным вложениям и в 15—30 раз — по эксплуатационным. Поэтому и общие затраты на очистные сооружения у нас выше, чем в других районах страны.

Все производство отрасли должно опираться на оптимальное планирование. В перспективных планах можно предусмотреть наилучшее распределение капитальных вложений на увеличение мощностей или строительство новых очистных и гидросооружений по регулированию стока, трасс водоводов, наметить, каким путем следует повышать эффективность капитальных вложений.

Потребительская ценность вод, как известно, определяется ее незаменимым свойством — множественностью использования: собственно вода — в коммунально-бытовом потреблении, промышленности, сельском хозяйстве; носитель энергии — в энергетике; среда обитания и часть акваторий, средство транспорта, промежуточное сырье и так далее. По мере роста благосостояния народа все больше

воды идет на культурно-бытовые нужды, повышаются требования к охране природных водоемов.

Ныне завершается формирование отрасли «Водное хозяйство». Ей уже присущи определенные признаки: своя сфера человеческой деятельности со специфическими знаниями и опытом, общественное разделение труда, собственная производственная база и, как конечный результат, продукция в виде подготовленной для использования воды. Водное хозяйство располагает крупной материально-технической базой, централизованной системой управления. Основная цель отрасли — обеспечить народное хозяйство водой в необходимом количестве и соответствующего качества. На современном этапе создаются крупные территориальные водохозяйственные системы, в них заложены новейшие достижения науки и техники. Мы все меньше зависим от природных условий и все в большей степени — от общественных средств производства и их организации.

Природа дает нам воду бесплатно, но потом она приобретает определенную стоимость. Из чего она складывается? Из капитальных и текущих затрат на создание и эксплуатацию всевозможных гидротехнических сооружений и водохозяйственных систем, включая оплату труда всех, кто их обслуживает.

Таким образом, современному водному хозяйству для окончательного оформления в отрасль недостает введения цены на воду и полной централизации средств на собственное развитие.

Мы с вами стали свидетелями и участниками качественно нового, инженерно-экологического этапа развития водного хозяйства. Суть его в организации производственно-водохозяйственной деятельности по экологическому принципу. Простейшие инженерные сооружения, воспроизводящие этот принцип, как раз и есть те самые водооборотные

системы и системы повторного использования очищенных стоков, о которых речь шла раньше.

При оценке эффективности предприятия часто ориентируются на среднеотраслевые показатели, а они значительно отличаются от показателей передовых предприятий. В черной металлургии оборотные системы обеспечивают в среднем 80 процентов потребностей воды, а на лучших заводах — 98. В химической промышленности — соответственно 77 и 97 процентов, в горной — 18 и 90. Выходит, есть еще резервы, которые надо выявить и реализовать.

В оборотном водоснабжении есть и недостатки, в частности, необходимо систематически добавлять свежую воду не только для восполнения безвозвратных потерь, но и для компенсации так называемого «продувочного» расхода, который служит для предупреждения оборотной воды от засоления. «Продувочные» воды, как правило соленые, сбрасывают в реки или в городскую канализацию и тем самым наносят ущерб.

Более совершенны и экономичны бессточные системы, в которых оборотная вода не только очищается от примесей, но и обессоливается. В отбросы уходят только твердые отходы. Подобные системы спроектированы и строятся на Магнитогорском металлургическом заводе, Первоуральском новотрубном и других.

Безотходная технология, когда повторно используется вода и твердые отходы, ближе всего к идеалу. Утилизация ценных веществ, извлекаемых при очистке, может значительно снизить общие затраты. Простые подсчеты показывают: если извлекать все ценные вещества, то только на Урале к 2000 году можно дополнительно получить около 3 миллионов 500 тысяч тонн нефти, 500 тысяч тонн органических кислот, 10 тысяч тонн фенолов и многое другое, на общую сумму почти 10 миллиардов рублей.

Обезвреженные городские стоки годятся для подпитки оборотных систем. У нас такая схема создана на одном из предприятий Красноуральска, где после полной биологической очистки 4200 кубометров городских стоков в сутки идут в оборотные системы. Подобная система будет построена в Челябинске.

С 1974 года проблемы и перспективы водного хозяйства отражаются в государственных планах развития народного хозяйства. Очевидно, и финансирование целесообразно вести не по отдельным отраслям, а централизованно через Министерство мелиорации и водного хозяйства. Должен заметить, что, к сожалению, пока дело обстоит иначе: все организации, чьи предприятия используют воду, разрабатывают свои планы исходя из норм и технических условий, установленных Министерством мелиорации и водного хозяйства по тем или иным районам и бассейнам, сами же изыскивают способы рационального использования воды на предприятиях, совершенствуют методы очистки стоков, разрабатывают меры по охране рек и озер.

Почему такая постановка дела не устраивает? Потому что все вопросы надо решать сразу для всего региона, исходя из его перспектив на 20—30 лет. Только тогда удастся успешно выполнить обе задачи: сохранить водоемы с богатой флорой и фауной и дать обществу необходимое количество воды хорошего качества, причем полученной наиболее дешевым способом. Достижение той и другой цели — в интересах всего нашего общества.

Было время, когда мы стремились к минимуму затрат на каждом объекте. Сейчас обстановка изменилась. С государственной точки зрения лучше иметь крупные очистные сооружения или гидросооружения по регулированию и водозабору сразу для нескольких предприятий, чем небольшие — для каждого в отдельности.

Раньше мы были ограничены в выборе решений, строительство каждой плотины, гидроузла, канала считалось уникальным, а экономия средств сводилась, как правило, к выбору наиболее эффективного метода. Таким был первый этап.

По мере того как увеличивался объем использования воды и появлялся дефицит, обнаружились взаимные связи и противоречия тех, кто пользуется водой. Стремление получить экономию на гидростанциях влекло за собой дополнительные затраты в сельском хозяйстве, на речном транспорте. Если экономили на строительстве очистных сооружений, то ниже по течению реки водой нельзя было пользоваться. Преимущества получал тот потребитель, который вкладывал больше средств. Этим характерен второй этап развития водного хозяйства. Он совпал с послевоенным периодом, когда развернулось массовое строительство гидроэлектростанций, а на селе занялись мелиорацией. Этот принцип годился временно, в тех обстоятельствах.

Если даже допустить, что каждое предприятие или отрасль при проектировании новых сооружений, реконструкции старых использует научно-технические достижения и стремится как можно лучше решить свою местную задачу, в целом по району или бассейну оптимального варианта не получится, а в итоге распыляются средства и производственные мощности. Поэтому нужно искать оптимальные варианты, исходя из интересов бассейна, экономического района, региона. Решить эту проблему можно, рассматривая водное хозяйство бассейна или, скажем, всего Урала как единую неразрывную систему, изменение каждого звена которой влияет на состояние всей системы.

Руководствуясь этим принципом, путем экономико-математического моделирования всей системы формулируют и решают задачи ее оптимального

развития. Современные электронно-вычислительные машины (ЭВМ) дают нам такую возможность.

Составлению моделей предшествует большая подготовительная работа: исследование эффективности использования водных ресурсов на разных предприятиях, подсчет ущерба от их недостатка, выяснение зависимости стоимости различных способов воспроизводства воды от основных технических параметров, сооружений, установок и т. д.

Настало время внедрять в управление водным хозяйством автоматизированные системы управления — АСУ, обеспечивающие автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления водным хозяйством предприятия, города, бассейна, региона, наконец, всей отрасли.

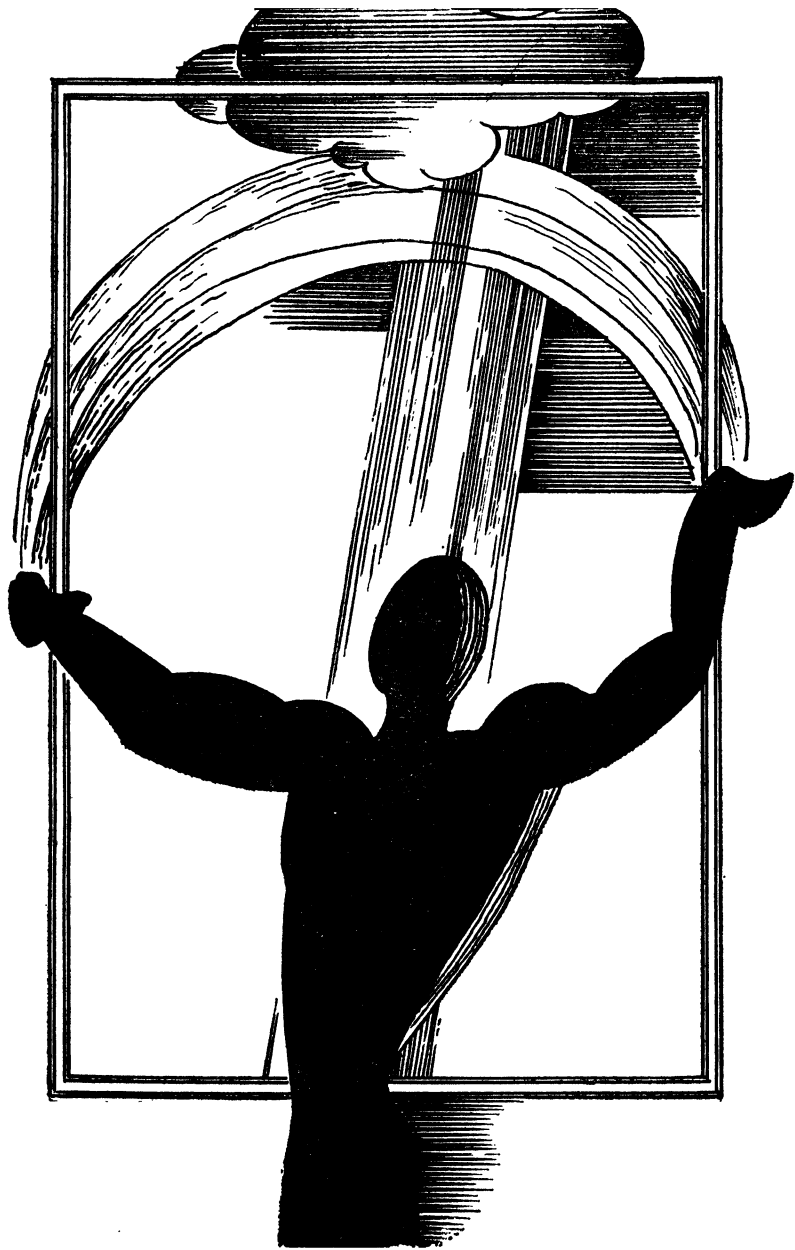
Опять «оптимизация»? Оптимальный — значит наилучший по каким-либо показателям. В сфере управления — это прежде всего экономический показатель.

Как достичь цели с наименьшими затратами? Как распределить дефицитный объем воды с минимальными потерями?

Ответы на эти вопросы могут быть получены при детальном анализе множества вариантов. Достаточно сказать, что перебор всех возможных вариантов для десяти предприятий требует 3 628 300 операций. Если потратить всего по десять минут на каждый вариант, то уйдет около 70 лет, пока будет найден ответ. Ясно, что без ЭВМ этого сделать нельзя, да и ЭВМ с этим не всегда справляются. Ведь приходится сталкиваться с сотнями, порой тысячами возможных решений.

С помощью же ЭВМ на основе экономико-математического моделирования удастся проанализировать все варианты и найти наилучший — оптимальный.

Пока этот принцип управления водным хозяйством внедряется медленно, сопряжен с преодолением многих трудностей. Но надо уяснить, что это единственно правильный путь. Нам надо научиться считать народные деньги. К этому обязывает и постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы». А вода — это деньги. Она становится дороже золота, потому что без нее невозможно жить.



...И вода станет неисчерпаемой

Вместо заключения

В условиях современной научно-технической революции воздействие человека на природу непрерывно увеличивается, внося многообразные, подчас необратимые изменения.

Мы рассматриваем окружающую среду как материальную систему: природа — человек — техника, в которой все компоненты находятся во взаимодействии. Поэтому крупное водохозяйственное строительство закономерно влечет за собой коренные преобразования, особенно там, где вода выступает главенствующей составной частью окружающей среды.

Происшедшие в последние десятилетия значительные изменения в гидросфере Земли, во всей окружающей нас природе вызывают тревогу у многих ученых, государственных и общественных деятелей. В буржуазной прессе появились даже призывы: «Назад, к нетронутой природе».

Для правильного выбора технической политики во взаимодействии общества и окружающей среды необходимо точно определить место человека в природе. Именно здесь, как это ни парадоксально, кроются многие ответы. Мы уже привыкли рассматривать естественные, казалось бы, взаимоотношения человека и природы на противоречивой основе или с двух крайних точек зрения — или покорить природу, или, наоборот, покориться ей. А в сущности, не требуется ни того, ни другого. Мы не можем остановить технический прогресс, как не в состоянии законсервировать природу. Просто равновесие общества и природы должно быть не статичным, а динамичным, направляющим научно-техническую революцию в наиболее безопасное русло.

Марксистско-ленинское учение дает четкий и ясный ответ по поводу взаимоотношений человека и природы. Их следует рассматривать в неразрывном единстве: «Человек живет природой. Это значит, что природа есть его тело, с которым человек должен оставаться в процессе постоянного общения, чтобы не умереть»¹.

Эти отношения развиваются по пути преобразования природы в среду обитания человека. В связи с этим ученые стали выделять из понятия природы ту ее часть, с которой взаимодействует человек. Так появились понятия окружающей среды, биосферы, техносферы, ноосферы. В процессе преобразования природы у человека образовалось как бы две среды, которые он должен охранять: внутренняя — его собственный организм, собственное тело, и внешняя — постоянно расширяющаяся часть природы, непосредственно воздействующая на человека.

Совершенно очевидно, что развитие любой из этих сред не должно идти в ущерб другой, вести к ее разрушению или деградации. Отрицательные последствия, сопровождающие в отдельных районах Земли научно-технический прогресс, свидетельствуют лишь о том, что следует как можно быстрее отказываться от расширенного производства на старой, изжившей себя технологической основе.

Загрязнение водоемов идет там, где плохо используют новейшие средства по очистке стоков и утилизации отходов. Всемирно известный советский ученый-химик академик И. В. Петровский говорил: «Я отвергаю само понятие «отбросы»! То, что сегодня выбрасывается в трубу и в сток, — сгусток человеческого труда. Его надо использовать».

Подумаем о нашем крае. Природа щедро надели-

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Из ранних произведений. М., 1956, с. 565.

ла Урал богатствами, в том числе и водой. Здесь сосредоточена треть озерного фонда России, протекает множество рек. Но основные водные ресурсы приходится на долю малоосвоенных районов Севера. Наиболее же развитые Средний и Южный Урал, где живет 85 процентов населения и расположена большая часть промышленного и сельскохозяйственного производства, располагают всего 12 процентами общих запасов.

Достаточно ли 12 процентов для нормальной жизни индустриальной части Урала? В обычный, средний по водности год это составляет около 15 кубических километров. Однако в местном балансе можно свести концы с концами при единственном и непременном условии: потребитель будет возвращать воду в реки чище, чем он получил. Но пока это мечта. Главные потребители — промышленные предприятия и городское хозяйство — сливают в водоемы неочищенные стоки. Мнимая экономия от пуска предприятий без очистных сооружений оборачивается миллионными убытками. Загрязненные воды выводят из строя оборудование, значительно снижают качество продукции. Кроме того, вместе с неочищенными стоками уносятся масла, кислоты, железо, цветные и благородные металлы.

Главная задача сейчас состоит в том, чтобы осуществить программу «большой воды Урала» самым рациональным способом, по-хозяйски распорядиться отпущенными для этой цели средствами. «Импорт» воды на Урал — первый, но не единственный и, пожалуй, не самый главный путь ликвидации напряжения в водохозяйственном балансе. Основные надежды надо связывать с рациональным использованием и повышением качества имеющейся местной воды. Для решения этой проблемы есть множество вариантов. Идеальный путь — исключить воду из технологических процессов. Зарубежная и отечест-

венная практика показывает, что без воды можно обойтись даже в самых водоемких производствах. Например, открыт безводный способ обогащения руд. Таллинские машиностроители изготовили аппарат, позволяющий сберечь около 200 миллионов кубометров воды в год. Металлурги за счет испарительного охлаждения в доменных и мартеновских печах могут снизить расход воды в 10—15 раз...

К сожалению, на Урале это осуществить не так просто, как в других, более молодых промышленных районах. Индустриальный облик нашего края сложился давно, новых предприятий строится немного. Технический прогресс у нас идет иным путем — путем реконструкции действующих предприятий, но, к сожалению, она почти не затрагивает безнадежно устаревшие системы водоснабжения и очистки.

Значит, следует внести соответствующие поправки в планы реконструкции. Это не просто пожелание, а обязательное требование, записанное в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов». В нем, в частности, говорится о необходимости разработать мероприятия, обеспечивающие полное прекращение сброса в водоемы неочищенных сточных вод, и в первую очередь в бассейны рек, где наблюдается большая загрязненность вод или ожидается напряженность водного баланса¹.

К Уралу это требование имеет самое прямое отношение, и, хотим мы этого или нет, надо готовиться к полному прекращению сброса стоков в водоемы. Задача, безусловно, сложная, ее не решить одним махом, но иного пути к большой и чистой воде у нас нет.

Здесь весьма важно преодолеть устойчивый пси-

¹ «Правда», 1979, 6 янв.

хологический барьер. Предлагая проект нового предприятия на утверждение, его авторы обычно дают гарантию, что очистные сооружения обеспечивают если не 100, то верных 95 процентов очистки. Но все эти «сверхнадежные» системы имеют общую особенность: «идеально» очищенную воду они сбрасывают обратно в реку. Зачем? Если вода чистая, почему бы ее снова не использовать для нужд производства? Ларчик открывается просто: авторы большинства проектов не гарантируют надежность своих систем — ни их безаварийную работу, ни безвредную даже для производства степень очистки. Как видите, таким способом проблема не решается, а полумеры лишь временно снижают ее остроту.

Упрощенная схема многих систем сводится к следующему: зачерпнуть чистую воду из реки и, загрязнив, выплеснуть обратно. Такая схема нерациональна ни с точки зрения охраны водных ресурсов, ни с позиций элементарной экономики. После всех затрат на сооружение гидроузла и перекачку к потребителю кубометр воды не столь уж дешев, чтобы, один раз использовав, выплескивать его в сточную канаву.

Вопрос стоит о многократном употреблении воды: после соответствующей очистки надо возвращать ее для технических нужд. Таким образом, мы не только предотвратим дальнейшее загрязнение уральских рек, но и почти вдвое снизим потребность промышленных городов в свежей и чистой воде.

Большинство предприятий сконцентрировано в крупных промышленных центрах — Свердловске, Челябинске, Перми, Березниках, Нижнем Тагиле, Магнитогорске и других. В этих городах целесообразнее иметь общие системы канализации и очистки стоков. Подобный опыт на Урале уже есть: в Перми создаются единая коммуникационная магистраль для сбора вод со всех предприятий города и единый

комплекс очистных сооружений. Примеру Перми в скором времени последуют Березники и Соликамск.

Еще большей экономии можно добиться, внедряя рациональные методы очистки. Весьма перспективным представляется челябинский вариант. Здесь проектируется общий сбор промышленных и бытовых стоков, но для их глубокой очистки решено не строить дорогостоящие сооружения, а обратиться к природе. В систему замкнутого городского водооборота будут включены три близлежащих озера. Отстаиваясь поочередно в каждом из них, стоки должны полностью очиститься естественным образом, затем вода возвратится на предприятия. Без всякого ущерба для производства Челябинск будет отключен от реки Миасс.

Сейчас вы прочтете последнюю страницу и закроете книгу. Каждый запомнит то, что его больше заинтересовало, но, вероятно, все проникнутся заботой о воде — этом величайшем чуде природы.

В наши дни главная опасность связана с истощением и загрязнением водоемов, это так называемый экологический аспект. Причина создавшегося положения в неправильном отношении к природным ресурсам. Рост производства достигается в основном за счет расширения площадей, вовлечения в хозяйственный оборот все новых и новых ресурсов при низкой степени их повторного использования и утилизации отходов.

Есть и технико-экономический аспект. Превышение спроса над производственными возможностями водного хозяйства, ограниченность естественных ресурсов обязывает нас искать оптимальные пути воспроизводства воды и распределения ее между потребителями. Это делается при помощи экономико-математического моделирования современного состояния или перспективного развития водного хозяйства бассейна реки, региона.

Снижение потребления свежей воды и оздоровление рек могут быть достигнуты совершенствованием технологических процессов, созданием полностью замкнутых систем водоснабжения, бессточных и безотходных производств. Восполнять безвозвратные потери целесообразней за счет очищенных, биологически и химически стабилизированных хозяйственно-бытовых стоков.

Точно подмечено: «Неизвестно, кто первый открыл воду, но уж наверняка это сделали не рыбы». Человек открыл воду, человек научился ее использовать, но он же испортил реки, озера, моря и ответствен за это.

На Всемирной выставке «ЭКСПО-74», посвященной охране окружающей среды, демонстрировался советский фильм, последние кадры которого сопровождались словами: «Факел жизни не удержат одному человеку, одному народу, одному государству, если все мы, кто живет на Земле, кто нарек себя homo sapiens — человеком мыслящим, не будем охранять его. Биосфера — это мы. Это улыбка Моны Лизы. Это — любовь. Это жизнь».

Газета «Известия» сообщила, что в Новороссийске разрабатывается проект монумента ВОДЕ; именно ВОДЕ, которая пришла в город, многие годы страдавший от жажды. Как это замечательно — памятник ВОДЕ! Невольно вспоминаешь стихи поэта Л. Мартынова:

Земные блага!
Где б мы ни летали,
Каких ни достигали бы высот,
Каких бы эликсиров ни глотали,
А по душе нам натуральный мед.
И на поверку нам всего дороже,
Какую бы синтетику ни славь,
Овечья шерсть, мех зверя, бычья кожа,
Обыкновенная земная явь.
И как бы ни межзвездны наши судьбы,

Важней всего нам благ земных достичь.
Чтоб все богатства древние вернуть бы:
Лес вырубленный, выбитую дичь
И, наконец, привольный русский воздух,
Не тонущий ни в газе, ни в пыли,
Чтоб не был он ни в язвах, ни в коростах,
Ни в синяках, великий лик Земли.
Чтоб нам, лица смущенного не пряча,
Припасть устами к чистому ключу...
Такая величайшая задача...

Нет предела человеческому разуму, нет предела его возможностям. Хочется верить, что современный человек, вооруженный знаниями, сумеет преодолеть те проблемы, которые возникли во взаимоотношениях с природой, с окружающей средой. И тогда вода станет неисчерпаемой.

ЧТО ЧИТАТЬ

- Балков В. А.* Водные ресурсы Башкирии. Уфа. Башкирское книжное издательство, 1978.
- Бисвас А. К.* Человек и вода. Л., Гидрометеоиздат, 1975.
- Водные ресурсы и водное хозяйство Урала. Свердловск, Средне-Уральское кн. изд-во, 1978.
- Гегузин Я. Е.* Капля. М., «Наука», 1977.
- Григорьев С. М., Емцев М. Т.* Скульптор лика земного. М., «Мысль», 1977.
- Дворов И. М., Дворов В. И.* Термальные воды и их использование. М., «Просвещение», 1976.
- Девис К., Дей Дж.* Вода — зеркало науки. Л., Гидрометеорологическое изд-во, 1964.
- Дерпгольц В. Ф.* Мир воды. Л., «Недра», 1979.
- Киссин И. Г.* Вода под землей. М., «Наука», 1976.
- Кульский Л. А., Даль В. В.* Проблемы чистой воды. Киев, «Наукова думка», 1974.
- Лялько В. Я.* Вечно живая вода. Киев, «Наукова думка», 1972.
- Львович М. И.* Мировые водные ресурсы и их будущее. М., «Мысль», 1974.
- Магажан Г. Л.* Степь и вода. М., «Мысль», 1977.
- Меркулов А. П.* Самая удивительная на свете жидкость. М., «Советская Россия», 1978.
- Новиков Ю. В.* Воде быть чистой. М., «Московский рабочий», 1977.
- Петрянов И. В.* Самое необыкновенное вещество в мире. М., «Педагогика», 1975.
- Плотников Н. И.* Подземные воды — наше богатство. М., «Недра», 1976.
- Рандольф Р.* Что делать со сточными водами. М., Стройиздат, 1976.
- Фрадкин Б. З.* Белые пятна безбрежного океана. М., «Недра», 1976.
- Фюрон Р.* Проблема воды на земном шаре. Л., Гидрометеорологическое изд-во, 1966.
- Черняев А. М.* Проблемы инженерно-экологического направления развития водного хозяйства. — «Водные ресурсы», 1980, № 1.
- Магарзин Ю. М., Богословский Б. Б., Мацкевич И. К.* Специфика водохранилищ и их морфометрия. Пермь, изд. Пермского гос. ун-та, 1977.

ОГЛАВЛЕНИЕ

О чем эта книга	6	119 Как «моют» воду	
Глава I. Удивительный мир воды	11	121 Чему научил 1975 год?	
1,4 квинтиллиона	12	125 Много воды — тоже плохо	
«Возница природы»	17	133 Глава VIII. Завтрашний день	
Рождение воды	18	133 Управлять стоком	
«Вечный двигатель»	20	134 Консервирование воды	
Глава II. «Без воды на самой водной планете»	25	135 Подземные водохранилища	
Глава III. Родословная воды	35	135 Рудничный водоотлив	
«Открытие» воды	36	137 Безотходные заводы	
Удивительные свойства, загадки и парадоксы	39	138 Бессточные города	
Сколько воды в воде?	49	140 «Возвращенная к жизни»	
Глава IV. Десять тысяч лет борьбы	53	141 Вместо воды — воздух	
Глава V. Человек рождает проблему	63	143 Охлаждение испарением	
Глава VI. Что «пьет» Урал	73	143 Судьба малых рек	
Семьдесят тысяч рек...	74	146 Великие северные реки — на юг	
...И тридцать тысяч озер	81	159 Тавду — в Урал	
А еще под землей...	85	163 Глава IX. Заглянем в будущее	
Глава VII. Как «пьет» Урал	89	163 Пьем море	
«Анатомия» водного хозяйства	89	164 Дождь по заказу	
Количество и качество	91	166 Сегодня фантастика — завтра реальность	
Кто же главный «водохлеб»?	95	170 Научимся управлять...	
«Прачечные» рек	99	181 ...И вода станет неисчерпаемой	
Первый бессточный	105	189 Что читать	
Чтобы напоить города	109		
...И поля	112		

Черняев А. М.

**Ч-49 Самый удивительный минерал. Свердловск,
Средне-Уральское кн. изд-во, 1980.— 192 с. с ил.**

ИСБН

Научно-популярный рассказ о воде, о ее роли в развитии планеты, в жизни человеческого общества, о том, как сегодня решаются вопросы обеспечения водой населения и народного хозяйства Урала.

Автор — кандидат геолого-минералогических наук, сотрудник Уральского научно-исследовательского института водного хозяйства А. М. Черняев.

Ч 20806—032
М158(03)—80

551.49

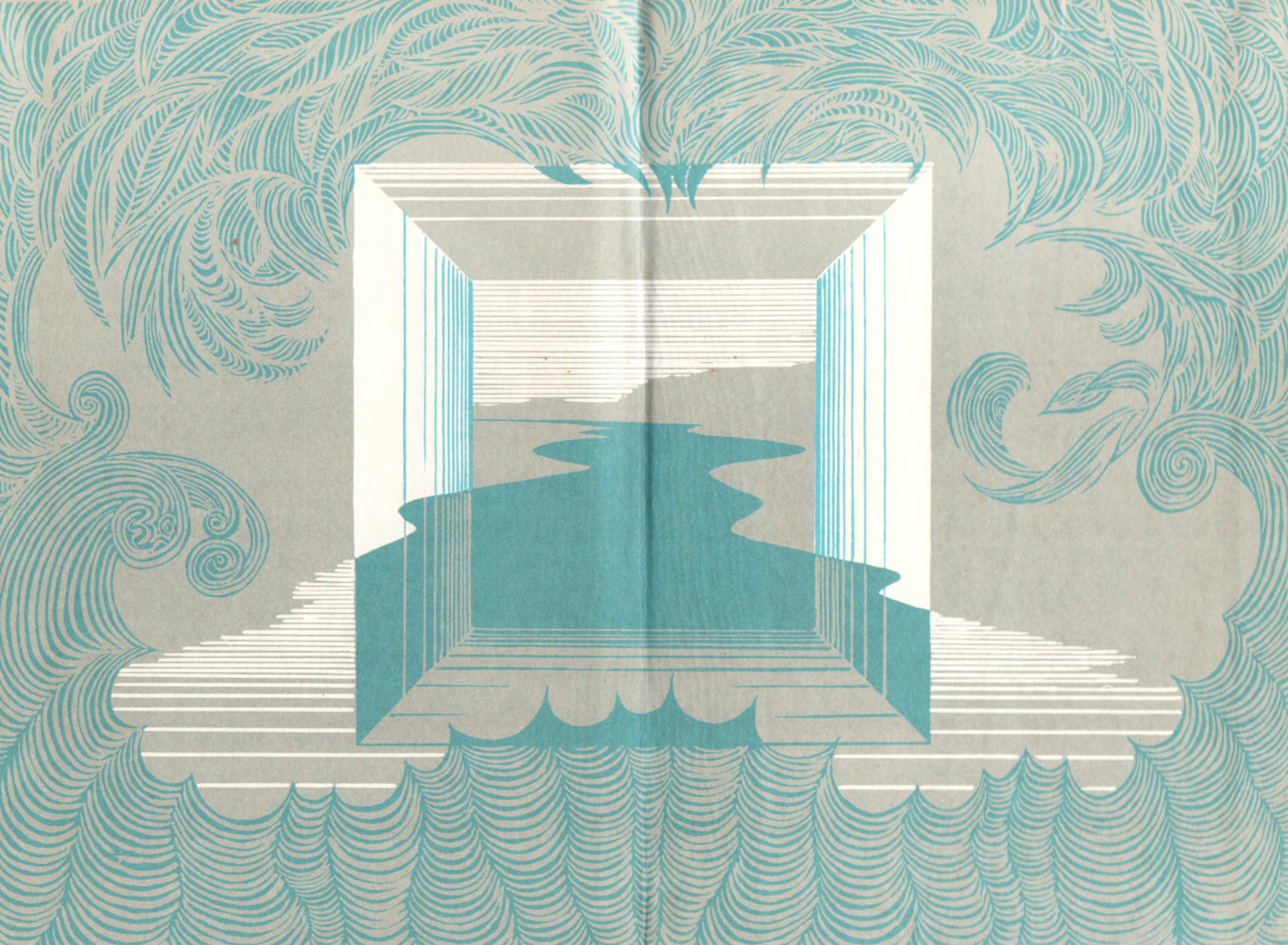
**Александр Михайлович
Черняев**
**САМЫЙ УДИВИТЕЛЬНЫЙ
МИНЕРАЛ**

ИБ № 826

Редактор
А. К. Агатицкая
Художник
В. П. Бухарев
Художественный редактор
В. С. Солдатов
Технический редактор
Т. В. Меньщикова
Корректоры
М. А. Казанцева
И. Ш. Трушникова

Сдано в набор 4.04.80.
Подп. в печать 20.08.80.
НС 12588.
Формат бумаги 70×100/32.
Типографская № 1.
Обыкновенная повая гар-
нитура. Высокая пе-
чать. Усл. печ. л. 7,7.
Уч.-изд. л. 8,3. Тираж 16000.
Заказ 142. Цена 50 коп.
Средне-Уральское книжное
издательство, 620219, Сверд-
ловск, ГСП-351, Малыше-
ва, 24. Типография изд-ва
«Уральский рабочий»,
620151, Свердловск, пр. Ле-
нина, 49. Обложка к пер.
№ 4 и форзац отпечатаны
в объединении «Полигра-
фист», 620151, Свердловск,
Тургенева, 20.







Свердловск
Средне-Уральское
книжное
издательство
1980