# НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ В СРЕДНЕЙ АЗИИ

В. А. ДУХОВНЫЙ, В. Б. ВИЛЕНЧИК,
Д. К. УМАРДЖАНОВ, Н. И. ПРОХОРЕНКО,
Р. М. РАЗАКОВ

# НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ В СРЕДНЕЙ АЗИИ

Ташкент
«Мехнат»
1985

В работе на основе длительных исследований, выполненных в лаборатории научно-технического прогресса в мелиорации САНИИРИ им. В. Д. Журина Минводхоза СССР, дается анализ мелиоративного состояния земель Средней Азии, его влияния на социально-экономическое развитие региона.

Определены дальнейшие перспективы развития отрасли мелиорации и водного хозяйства в условиях дефицита водных ресурсов на основе научно-технического прогресса. Показаны направления и возможности коренного совершенствования как технических средств, приемов и методов, так и организационно-управленческой структуры отрасли.

Книга рассчитана на специалистов в области мелиорации, водного, сельского хозяйства и смежных отраслей; преподавателей и студентов высших и средних специальных учебных заведений; работников плановых и управленческих организаций; разработчиков АСУ и комплексных прогнозов научно-технического прогресса; лиц, интересующихся применением математических методов и ЭВМ в народном хозяйстве.

Рецензент —
доктор технических наук *Н. Г. Лактаев*

Н 34 Научно-технический прогресс и мелиорация зе
мель в Средней Азии / В. А. Духовный, Н. И. Про
хоренко, Д. К. Умарджанов и др.— Т.: Мехна
1985.—144 с., табл.
Список лит.: 144 с.

1. Духовный В. А. и др.

ББК 65.9(2)45—

Д $\frac{3303000000—79}{М\ 359\ (04)—85}$ 25—85

©Издательство «Мехнат», 1985

# ВВЕДЕНИЕ

Научно-технический прогресс в использовании воды, особенно для повышения продуктивности земледелия, на всех ступенях истории занимал важнейшее место в наращивании производительных сил общества.

С незапамятных времен вода — основа жизни на земле. Сначала человек лишь приспосабливался к воде и ее капризам, использовал ее для питья, для передвижения, для защиты от врагов, для привода машин и мельниц, орошения, затем перешел к управлению ею — регулированию стока, его перераспределению и переброске из бассейна в бассейн.

Ф. Энгельс в «Диалектике природы», отмечая важные вехи в развитии человеческого творчества, связывает их с различными механизмами, использующими энергию воды и ее свойства:

«Пожарный насос, водяные часы — около 200 г. до хр. эры... Водяные мельницы на Мозеле — около 340 г. ...Водяные органы во Франции — VIII столетие. Шлюзы...вторая половина XIII века. ...Водолазный колодец в 1538 г.»

Освоение энергии воды, управление и использование ее знаменует собой рост искусства человека в овладении природой. От затопляемых пойм — к гигантским водохозяйственным комплексам современности, управляющим миллиардами кубометров воды, — вот тот путь, который прошло все человечество в своей эволюции.

На территории нашей страны существует два направления в степени использования водных ресурсов. Одно — это водопользование, распространяющееся на севере без больших отъемов воды, другое — водо-

пользование с большим безвозвратном потреблением на юге, в зоне древнейшего орошаемого земледелия.

Если в центральной и северной части России водопользование в виде судоходства, энергетики, лесосплава, рыбоводства было до последнего времени и по-прежнему определяет главное направление водного хозяйства, то вода на юге, в Средней Азии и Закавказье, была и остается до сего времени основным средством существования, кормилицей. «Условия климата и почвы, особенно огромные пространства пустыни, тянущейся от Сахары через Аравию, Персию, Индию и Татарию до возвышенности Азиатского плоскогорья, сделали систему искусственных орошений при помощи каналов и водных сооружений основой восточного земледелия»[1], — писал К. Маркс, анализируя историю древних цивилизаций в аридной и полуаридной зонах.

Характерной особенностью использования водных ресурсов с самого начала развития общества являлось преимущественное значение безвозвратного водопотребления в достаточно больших объемах. С древних времен это привело к таким антропогенным изменениям стока рек и их последствиям, что мы по сути не имеем в Средней Азии естественных гидрографов и естественных природных условий. Происшедшие изменения, как будет показано, не всегда были положительными.

Площадь орошения на территории бывшего Туркестана, Бухары и Хивы достигла к середине XIX века 3,5 млн. га, что требовало огромных объемов водозабора и значительных затрат труда по эксплуатации оросительных систем. Не удивительно, что орошение в Средней Азии послужило издревле значительным стимулом развития астрономии, как науки о связи движения звезд со стоком, геометрии и алгебры — для обоснования прокладки каналов и их расчетов и некоторых других точных наук (Ибн Сина, Бируни, Аль Хорезми и др.).

Трудом среднеазиатских народов и их умельцев созданы такие гигантские по тому времени сооружения, как стокубометровые каналы Гавхара, Шаша и Согда (Куня-Уаз, Даргом, Зах, Нарпай, Шахруд, Иски-Ан-

---

[1] Маркс К. Британское владычество в Индии.— К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 9, с. 132.

гар), первые межбассейновые каналы переброски длиной в сто и более километров, как Иски-Тюя-Тартар, древние плотины на Зарафшане (X в. н. э.), удивительные подземные галереи-кяризы для каптажа подземных вод общей длиной до сотни километров и др.

Но одновременно опыт наших предков заставляет нас очень осторожно подходить к вопросу о водных ресурсах, как важной составной части природы.

По мере развития человечества использование водных ресурсов все расширялось, становясь повсеместно активным и неотъемлемым элементом существования общества и экономики. Вода служит источником, средством и регулятором питательного, энергетического и теплового режима всего животного и растительного мира, да и самого человека; является творцом климата, создавая сложный круг взаимодействия системы «почва — приземный слой атмосферы», выполняет роль среды обитания для рыб, морских и речных животных. Вода работает на энергетику, транспорт, рекреацию, очищает самою себя и оздоравливает землю, промывая ее от солей.

Двадцатый век, отличительной особенностью которого является бурное и не всегда соизмеримое с возможностями развитие индустриальной и сельскохозяйственной мощи, прогрессивное возрастание использования природных ресурсов, добыча сырья и полезных ископаемых, повлекшая за собой интенсивное вторжение в природную обстановку, характеризуется и в области использования водных ресурсов резко возрастающим объемом безвозвратного водопотребления, возникновением противоречивых интересов и нарастанием дефицита собственных ресурсов воды во многих странах мира.

По данным ООН 1981 г., уже в текущем пятилетии степень использования водных ресурсов превысит 80% в Болгарии, Кипре, Румынии, Бельгии, а к концу века достигнет в этих странах 100%. К странам, где нынешнее использование воды превышает 50%, а к 2000 г. достигнет 75—80%, относятся ГДР, ФРГ, Польша, Испания.

Таким образом, в мире существует целый ряд государств, где сельское хозяйство, и в частности орошение, является превалирующим водопотребителем, а водные

ресурсы подошли или подойдут в ближайшее время к полному исчерпанию.

В ряде других стран складываются региональные дефициты водных ресурсов, например в США—в Техасе, Калифорнии, Аризоне; в Индии — в Раджистане.

В СССР в зависимости от обеспеченности водными ресурсами резко выделены три зоны: остро засушливая (аридная) зона, зона недостаточного периодического увлажнения и зона избыточного увлажнения (гумидная). К первой зоне относят Среднюю Азию, Казахстан, Закавказье и Северный Кавказ. Здесь степень использования водных ресурсов уже достигает 35 — 85% от их наличия, причем в Средней Азии водные ресурсы близки к исчерпанию.

Весь опыт исторического развития и нынешняя обстановка выдвинули проблему использования водных ресурсов в первый ряд важнейших основ нормального функционирования человеческого общества. Хотя соотношение форм и видов использования воды менялось и во времени и в пространстве, на современном этапе выявилась определенная закономерность связи преимущественных видов водопользования с географическими зонами увлажнения. Для зоны орошения характерно значительное безвозвратное водопотребление и его разновидностей, что оказывает большое антропогенное влияние на водные ресурсы, приводящее к значительному, а порой и к катастрофическому изменению окружающей среды, иногда и к ее опустыниванию под влиянием человека. В то же время в этих же зонах развитые и новые виды водопользования (рекреация, гидроэнергетика) и старые традиционные (судоходство, транспорт, рыбопроизводство) сохраняют свою роль, хотя и утратили свое первенство. В целом водные ресурсы по-прежнему имеют ведущее значение в жизни общества и его экономике.

В нашей стране проблемы водного хозяйства и мелиорации земель находятся под неослабным вниманием партии и правительства. Со времени знаменитого ленинского декрета об орошении 500 тыс. га земель в Туркестане партия принимает решительные меры к дальнейшему развитию мелиорации и рациональному использованию водных ресурсов. Начиная с майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС, открывшего широкую дорогу мелиорации земель в нашей стране и по сути

ознаменовавшего становление водного хозяйства, ежегодные темпы водохозяйственного строительства непрерывно растут. Мелиорация и водное хозяйство превратились в основу гарантированного земледелия. Сейчас 16,5% мелиорируемых земель в стране дают 34% продукции сельскохозяйственного производства.

В соответствии с Продовольственной программой, принятой на майском (1982 г.) Пленуме ЦК КПСС и получившей особое развитие на октябрьском (1984 г.) Пленуме ЦК КПСС, площади орошаемых земель намечено довести к 1990 г. до 23—25 млн. га.

Хотя орошаемые земли сейчас имеются по всей стране, в зоне пустынь и полупустынь, в зоне степей и даже в зоне неустойчивого увлажнения, наиболее высокая эффективность капиталовложений в орошении имеет место в засушливой зоне страны.

Удельные капиталовложения на единицу прироста урожая (1 т зерна) при орошении составляет 1600—2560 руб. в Узбекистане, 2600 руб. в Ставрополье и на юге УзССР, до 5900 руб. на Восточном Урале, 8200—8920 руб. в Алтайском крае и Западной Сибири, 10500—10900 руб. в Восточной Сибири[1].

Таким образом, экономические и социальные факторы настоятельно требуют дальнейшего развития орошения в нашей стране именно в засушливой пустынной и полупустынной зоне — Средней Азии, Южном Казахстане, Закавказье, Ставрополье и ряде других районов. В то же время именно эти регионы характеризуются крайним дефицитом ресурсов. Поэтому главной задачей с целью обеспечения необходимых темпов развития орошаемого земледелия в аридных районах Советского Союза является оптимальное использование всех имеющихся доступных и располагаемых природных запасов возобновляемых вод и привлечение в необходимых размерах вод извне в экономически и экологически приемлемых масштабах на основе достижений НТП.

---

[1] Дружинин И. П. Оптимизация развития водного хозяйства страны — объективная основа решения проблемы территориального перераспределения речного стока.— В сб.: Межбассейновое перераспределение водных ресурсов и его влияние на природные условия и народное хозяйство, Л.: Изд-во АН СССР, 1980, с. 42—48.

Октябрьский пленум ЦК КПСС, придавая огромное значение научно-техническому прогрессу в области мелиорации и водного хозяйства, наметил основные пути его осуществления на основе использования того огромного индустриального и научного потенциала, которым располагает наша страна. Мелиорация становится основой гарантированного земледелия. Поэтому решению этой важнейшей задачи ставятся на службу опыт и мощности химической, машиностроительной, приборостроительной и многих других отраслей промышленности наряду с первоочередным обеспечением мелиорированных земель всеми необходимыми ресурсами, включая минеральные и органические удобрения, химикаты, сельхозтехнику, капиталовложения и т. д. Намеченная ЦК КПСС программа вполне реальна. Ход работ по осуществлению решений майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС убедительно доказал, что мелиораторам страны по плечу выполнение крупных водохозяйственных и территориальных задач, таких как строительство Северо-Крымского, Каракумского и Каршинского каналов, Тюямуюнского, Андижанского и Кубанского водохранилищ, освоение Голодной степи и подъем Нечерноземья. Средства, вложенные в мелиорацию и водное хозяйство, позволяют во всех регионах страны создать основу гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур и в кратчайший срок резко увеличить объем производства продукции АПК.

Ныне задача состоит в том, чтобы, опираясь на созданный в отрасли потенциал, опыт, кадры, интенсивнее использовать мелиорацию как наиболее эффективное средство решения продовольственной проблемы и достижения высокой эффективности и устойчивости сельского хозяйства. Однако развитие мелиорации должно идти не традиционным путем. Необходимо более интенсивное использование интеграции природных и социально-экономических потенциалов регионов, широкое внедрение последних достижений науки с целью возрастающего постоянного повышения продуктивности экономики на единицу воды и обеспечения долговременного наращивания плодородия мелиорированных земель. В этом именно и состоит глубокое понимание цели научно-технического прогресса в мелиорации и водном хозяйстве.

Многие понимают развитие НТП как внедрение от-

дельных достижений науки и техники, направленных на получение различных эффектов в народном хозяйстве. Между тем главное направление НТП должно определиться в комплексном решении на основе последних достижений науки и техники тех задач отрасли, которые вытекают из потребностей дальнейшего развития экономики и общества и анализа сдерживающих факторов. При этом требуется не выполнение отдельных технических решений, не внедрение отдельных изобретений и открытий, рационализирующих какие-то частные вопросы, а целенаправленное систематическое осуществление комплекса прогрессивных мер, охватывающих целую отрасль или регион, в результате которых достигаются определенные уровни развития при заданных сниженных удельных расходах дефицитных ресурсов.

В этом основное отличие предлагаемой работы от вышедшей недавно работы чл.-корр. ВАСХНИЛа Б. Г. Штепы, посвященной раскрытию именно отдельных технических решений, приемов и методов, которые получают и должны получать широкое распространение в ближайшие годы и на перспективу в отрасли.

В связи с этим в настоящей работе делается попытка на основе исследований, выполненных в лаборатории научно-технического прогресса мелиорации САНИИРИ им. В. Д. Журина, проанализировать развитие мелиорации земель в Средней Азии, показать влияние мелиорации на социально-экономическое развитие региона, определить дальнейшие перспективы развития отрасли в условиях дефицита водных ресурсов, показать направления и возможности коренного совершенствования как технических средств, приемов и методов, так и организационно-управленческой структуры отрасли на основе научно-технического прогресса.

При выборе альтернативных вариантов развития региона используются оптимизационные модели для региона и его отдельных зон.

# ГЛАВА I

## РОЛЬ НТП В РАЗВИТИИ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА КАК ОТРАСЛИ

История и прогресс человечества с древнейших времен связаны с использованием водных ресурсов. Египет, Месопотамия, Индия, Средняя Азия, Китай, государство инков — все так называемые древние цивилизации были приурочены, с одной стороны, к богатейшим по почвенным и климатическим условиям территориям, располагающим обилием тепла, почвенного плодородия, и, с другой стороны, к долинам рек, позволяющим неограниченно использовать их живительную влагу для выращивания различных культур, водоснабжения, передвижения, рыболовства и, наконец, как источник энергии, известный даже тысячелетия назад. Не случайно древние историки единодушно утверждают роль воды. «Египет — дар Нила!» — свидетельствует Геродот. «И назвали они свое племя майя, что есть река, ибо вода кормила их, поила и давала богатство»,— вторит ему «История государства инков». «О, Ганга, мать, жизнь нашу основу дай чрева небесного, не из земного, — просят боги в индийском эпосе «Махабхарата», относящемся к I тысячелетию до н. э. Исследованиями наших и зарубежных ученых (Вавилов Н. И., Андрианов Б. В., Фукуда Х., Витфогфель Н. и др.) показано, что древнейшие цивилизации в мире возникли на базе затопления паводками плодороднейших аллювиальных долин Нила, Тигра, Евфрата, Желтой реки, Сырдарьи и Амударьи в IV—VI тысячелетиях до н. э.

Акад. Л. А. Мелентьев, развивая мысли Г. М. Кржижановского, отмечает, что в истории человечества энергетика прошла пять порогов — ступеней и стоит на подходе к шестому: водяное колесо — источник энергии — паровая машина — двигатель внутрен-

него сгорания — электрификация — создание единой энергетической системы. Учитывая, что истоки развития водного хозяйства и мелиорации идентичны и роль их в динамике общественного прогресса аналогична, мы можем тоже выделить соответствующие ступени в истории взаимодействия человека с водой.

**Первая ступень** — это пользование водой без вмешательства и изменения ее естественных водотоков, то есть пользование как средой. Это земледелие, основанное на возделывании затопляемых паводками пойм; это — рыбная ловля, использование воды как средства перемещения и связи; наконец, реки и воды как естественные границы. Не случайно поэтому, что большинство крупных поселений древности расположены на берегах рек.

**Вторая ступень** связана с начальным подчинением человеком воды своим нуждам, как в энергетическом использовании, так и в орошении. Это уже упомянутые водяные мельницы, водоподъемные устройства — шадуфы, нории. Известно, например, знаменитое «Аденское колесо» диаметром около 20 м для подъема воды, относящееся к I тысячелетию до н. э. На этой же ступени возникают и различные самотечные каналы, достигающие достаточно больших размеров, и орошение сначала затоплением, а затем и по бороздам. К 2000 г. до н. э. во времена Хаммурапи междуречье Тигра и Евфрата орошалось с помощью развитой сети каналов около 2,6 млн. га. В Китае регулярное орошение системой каналов известно три тысячелетия до н. э. В первом тысячелетии до н. э. эти методы распространялись с Египта, Месопотамии сначала в Финикию, затем в Алжир, Тунис, Грецию, Рим, Марокко, а позже в Центральную Европу. Искусственное орошение, родившееся в аридной зоне, постепенно распространилось на полузасушливые районы всех континентов.

**Третья ступень** — строительство крупных сооружений на реках для увеличения отбора воды на орошение и транспортировку ее на большие расстояния. Это плотины и водохранилища, межбассейновые каналы. Известно, что плотина Нимрод на Тигре была построена в 1030 г. до н. э. и просуществовала до 629 г. н. э., Большой Китайский канал длиной 1040 км — подавал в 604—618 гг. н. э. воду с юга страны в Пекин. Целая сеть межбассейновых каналов уже в I тысячелетии до

н. э. существовала в Пенджабе (Индия). У нас в стране наряду с уже названными каналами Зах, Даргом известны каналы Иски-Тюя-Тартар, плотина Ханбанди и др.

**Четвертая ступень**—это переход к системам орошения, не только увлажняющим поля периодически, но и пытающимся создать благоприятные водно-воздушные и водно-солевые условия произрастания культурных растений. Уже в шестом-седьмом веках н. э. в Хорезме, Фергане появились открытые дрены «бедрау, зауры», которые способствовали выносу солей и поддержанию, снижению формирующихся при орошении грунтовых вод. Но лишь в последние 40 лет эти системы стали повсеместно распространенными в мелиорации земель Средней Азии и других аридных зонах.

**Пятая ступень** характеризуется применением широкого диапазона машин для подъема воды — от мелких насосов в несколько десятков литров до машин-агрегатов производительностью в сотни кубометров воды в секунду при высотах подъема до сотни метров. Это развитие машинного водоподъема связано с распространением электродвигателей внутреннего сгорания. Благодаря такому техническому новшеству сразу были открыты широкие пути распространения орошения путем подъема водных масс на высокорасположенные над источниками воды территории, что сильно расширило возможности охвата площадей искусственным увлажнением. Наряду с этим возник новый способ техники полива — дождевание с помощью насосных установок и новый вид дренажа земель — с помощью откачки подземных и грунтовых вод из относительно глубоких горизонтов до 100 м — вертикальный дренаж. Широкое применение водоподъемных машин крайне расширило диапазон средств в мелиорации и водном хозяйстве и одновременно позволило по-новому решить целый ряд технических и территориальных аспектов и проблем в отрасли.

Наконец, нынешняя — **шестая ступень** эволюции использования воды определяется организационной, технической и экономической интеграцией ее в рамках отраслевой структуры. Современная многоцелевая роль воды в развитии общества и постоянно нарастающая потребность в ней человечества для развития сельского хозяйства, промышленности, для удовлетворения своих

нужд создали необходимость комплексного управления водным хозяйством и мелиорацией как отраслью.

Имевшие место ранее разрозненные действия различных ведомств, предприятий-водопользователей приводили зачастую не только к серьезным нарушениям в окружающей среде, но и к ущемлению интересов других водо-и землепользователей. Известны значительные потери от затопления территорий водохранилищами, особенно мелководными, на равнинных реках, построенными в интересах энергетики, транспорта и т. д. По данным А. Б. Авакяна (1978 г.), общая площадь земель под водохранилищами превысила в мире 30 млн. га, в том числе в Европе —4, Азии —7, Америке —14. Здесь одновременно не только изменяются условия судоходства, но, повышая увлажнение поверхности земли, сокращая одни и создавая новые акватории, человек вторгается и в климатические особенности территорий, пусть в меньшей степени, чем, скажем, загрязнение атмосферы промышленными отбросами и углекислыми газами, также оказывая на климат гидролого-антропогенный нажим. Резкое усиление антропогенного воздействия на реки начало вызывать не только общественное беспокойство, но и настоятельные требования урегулирования управления водными ресурсами.

В наше время во всем мире мелиорация земель признана как наиболее важный фактор развития аграрного сектора экономики в интересах Продовольственной программы. Известно, что решение задачи удовлетворения потребности человечества в пище и промышленности в сырье для большинства стран нашей планеты зависит от успешного использования существующих и освоения новых орошаемых земель. Население Азии и Африки голодает или недополучает необходимого минимума продуктов питания. Быстрые темпы роста народонаселения на этих континентах при ограниченных приростах сельскохозяйственного производства заставляют обратить внимание на орошаемые земли.

Площадь орошаемых земель, достигшая теперь 235 млн. га, или 16% всех сельскохозяйственных земель, обеспечивает производство более 50% всей аграрной продукции земного шара.

В последние десятилетия усилились темпы прироста орошаемых земель в Индии —1,0—1,5 млн. га в год, Мексике — 600 тыс. га в год, Румынии — 450 — 500

тыс. га в год и в других странах. Повсеместно имеет место тенденция создания единых организационно оформленных водохозяйственных комплексов (ВХК), принимающих на себя ответственность за рациональное использование водных ресурсов обычно в пределе речных бассейнов. Одновременно осуществляется и интеграция этих ВХК в единую водохозяйственную систему (ВХС) региона, страны путем объединения их с помощью территориального перераспределения стока рек. Организационные формы ВХК и ВХС различны, но все они постоянно совершенствуются и развиваются в рамках создаваемой единой отрасли «водное хозяйство и мелиорация».

Как видно, три ступени процесса мелиорации и водного хозяйства из упомянутых выше приходятся на последнее пятидесятилетие. Достаточно лишь перечислить основные крупные мероприятия по внедрению НТП, выполненные в первые десять лет существования Министерства мелиорации и водного хозяйства страны: переход к закрытому горизонтальному трубчатому дренажу, строительство каналов из железобетонных лотков, комбинированная бетонопленочная облицовка оросительных земляных каналов, капитальная промывка засоленных земель по крупным чекам в сочетании с современными дренами, полив с помощью дождевальных машин «Фрегат» и «Волжанка», применение в качестве проводящей сети комбинированных бетонных труб со штрипсовым сердечником и многое другое.

Создание отрасли было вызвано не только необходимостью управления интенсивным ростом НТП в широком масштабе, проведенной единой технической политикой в мелиорации и водном хозяйстве, но и задачами расширения возможностей управления в интересах развития экономики всей страны. Организационное становление и расширение сферы деятельности отрасли обусловили нарастание темпов развития мелиорации земель и использования водных ресурсов, но, в свою очередь, возникли проблемы новых потребностей, новых условий и новых особенностей. Это становится ясным при рассмотрении задач самой отрасли, особенно в ее системном и балансовом аспектах.

Отраслевой характер мелиорации и водного хозяйства нашел свое отражение в функциональном, организационном, техническом и целевом единстве, как части народного хозяйства страны, призванной обеспечить

формирование и охрану водных ресурсов, их транспорт до потребителя. Одновременно они должны организовать такое воздействие на земельные ресурсы и их продуктивность с помощью водных и др. мелиораций, при котором обеспечивалось бы нарастающее плодородие сельхозугодий и долговременное его поддержание средствами мелиорации. Однако, несмотря на признание отраслевого характера мелиорации и водного хозяйства, место их в народном хозяйстве пока четко не определено.

Из имеющихся четырех сфер народного хозяйства (промышленность, сельское хозяйство, природопользование и строительство), на первый взгляд, водное хозяйство и мелиорация больше всего подходят к природопользованию, однако они имеют свою значительную долю в строительстве (наряду с самыми большими строительными отраслями — приблизительно 5 — 6 млрд. руб. в год), активно участвуют в сельском хозяйстве в качестве определяющего фактора экономических и социальных результатов. В то же время водное хозяйство, имея свою четкую задачу в формировании, возобновлении и охране водного ресурса как природного элемента, является частью сферы природопользования точно так же, как лесные ресурсы, полезные ископаемые и т. д.

Своеобразно значение мелиорации и водного хозяйства в сельском хозяйстве и в агропромышленном комплексе страны. Некоторые ученые относят мелиорацию и водное хозяйство к первой области АПК — к созданию средств производства в сельском хозяйстве (аналогично удобрениям, транспорту, сельхозмашинам) или элементам инфраструктуры (аналогично связи, электроэнергии, дорогам, непроизводственной части). Они не учитывают активной роли мелиорации и водного фактора в сельскохозяйственном производстве, проявляющейся в виде влияния не только на технологию возделывания сельхозкультур и обработку почвы, но и на выбор направления сельскохозяйственной специализации, а также в виде активного взаимодействия со всеми видами природных условий.

Поэтому мелиорацию и водное хозяйство следует понимать как самостоятельную отрасль, расположенную на стыке сфер природопользования, сельского хозяйства и строительства, доля которой в различных сферах

изменяется в зависимости от функциональной направленности водного хозяйства и мелиорации по зонам и периодам развития.

Для окончательного оформления межотраслевых и внутриотраслевых связей необходимо оформить и ввести экономические критерии и оценки, которые пока на хозрасчетном уровне имеются в организациях отрасли, функции которых относятся к воспроизводству в отрасли.

Рядом правительственных решений, Основами водного законодательства СССР многое сделано для формирования отрасли в единых организационных рамках. Однако в целом единства управления водными ресурсами пока не достигнуто. В определенной степени функции управления осуществляют ряд других ведомств. В частности, как отмечает С. Л. Озиранский[1], разведкой и охраной подземных вод ведает Мингеология СССР, строительством и эксплуатацией гидроэлектростанций и связанных с ними элементов водохозяйственных комплексов — Минэнерго СССР, использованием воды в интересах рыбного хозяйства — Министерство рыбного хозяйства СССР, учетом, анализом, кадастром и прогнозом поверхностного стока — Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и охране окружающей среды и т. д. Такая разобщенность, бесспорно, существует не в интересах общества и зачастую приводит к ведомственным или местническим действиям, которые наносят ущерб другим отраслям или в целом воспроизводству водных ресурсов. Примеров, к сожалению, имеется не мало.

В период, например, 1979 — 1981 гг. по реке Сырдарье в интересах энергетики было сработано около 2 км$^3$ водного ресурса из водохранилищ многолетнего регулирования, хотя режим их многолетнего наполнения не был выполнен. Уже в результате острого маловодья 1982 г. все запасы многолетнего регулирования были использованы полностью всего за один сезон. Кроме ущерба сельскохозяйственному производству Средней Азии, понесла убытки и сама энергетическая отрасль в размере 55 млн. руб. (1982—1983 гг.). Поэтому назрела настоятельная необходимость централизации управ-

---

[1] Озиранский С. Л. Научные основы формирования отрасли «водное хозяйство». В сб.— Использование водных ресурсов. М.: Наука, 1981, с. 229—245.

ления и использования всех водных ресурсов в стране в едином органе.

Анализ и обобщение опыта организаций водного хозяйства позволили выявить тенденцию перехода к функциональной структуре управления отраслью. Эта тенденция наиболее четко выявилась в Узбекской ССР, Белоруссии, на Украине — республиках с наиболее интенсивно развивающимися объектами отраслевого плана. Их опыт показывает высокую действенность и удобство функциональной специализированной структуры и эффективность ее эксплуатации.

Основные задачи, стоящие перед водным хозяйством и мелиорацией как отраслью, следующие:

обеспечение комплексного использования водных ресурсов в народном хозяйстве страны и удовлетворение потребностей различных отраслей в воде по объему, режиму и месту потребления;

охрана водных ресурсов от загрязнения и истощения, защита окружающей среды от вредного воздействия вод;

повышение и поддержание плодородия земель на основе водных мелиораций.

Наряду с затратами по формированию, охране, доведению до потребителей, контролю за использованием водных ресурсов отрасль занимается и обеспечением необходимого режима влажности и степени засоления почв. Если в обязанности водного хозяйства входит подача и отвод воды для всех отраслей, кроме сельского хозяйства, до границ водопользователей, то для земледелия отрасль должна обеспечить и эти требования путем непосредственного вмешательства в территорию самого водопользователя устройством необходимых технических средств водоподачи и дренирования (каналов, коллекторов, сооружений, дрен и т. д.), обеспечением по договорам с водопользователем его технического обслуживания и, наконец, реконструкцией этих сооружений с целью доведения их до современного уровня.

Как известно, на основе решений октябрьского (1984 г.) Пленума ЦК КПСС внутрихозяйственная сеть передается органам Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР на полное обслуживание, включая не только техническое обслуживание, как ранее, но и водопользование, содержание и поддержание. Таким образом создается более четкое распреде-

ление обязанностей между сельским и водным хозяйством за обеспечение высокой продуктивности мелиорируемых земель: органы водного хозяйства средствами мелиораций не только создают новую, более повышенную продуктивность земель, но и постоянно поддерживают ее на необходимом уровне, а органы сельского хозяйства отвечают за использование в аграрном производстве этого вновь созданного потенциала плодородия.

Прирост продукции, создаваемый за счет мелиорации по республикам страны, зависит от интенсивности использования орошаемых земель, состава сельхозкультур, уровня земледелия и семеноводства, культуры земледелия, плодородия почв и естественных почвенно-климатических условий. Дифференциация этих показателей в пределах региональных зон важна с точки зрения оценки использования естественного и вновь созданного потенциала. Например, в Литовской и Латвийской ССР орошаемые земли используются достаточно эффективно, что позволяет им получить прирост продуктивности в 20 раз выше, чем в расположенной в аналогичных условиях Эстонской ССР, в 2 раза больше, чем в Белоруссии, в Казахстане и Грузии, где, бесспорно, необходимость и возможность орошения намного больше. Недостаточно используется потенциал мелиоративных земель в Туркмении, где он является наиболее высоким.

Анализ продуктивности мелиорированных земель подводит к необходимости ее оценки на основе потенциальной урожайности с учетом коэффициента работоспособности оросительной системы, определяющего степень удовлетворения требований почвы и растений к мелиорации как во времени, так и по площади. Задача мелиорации и водного хозяйства как отрасли — обеспечить как можно более высокую работоспособность системы в зонах наибольшей потенциальной продуктивности земель.

Как указывает акад. Л. А. Мелентьев, при рассмотрении таких крупных отраслей, как энергетика, водное хозяйство, имеющих универсальное значение почти для всех отраслей народного хозяйства, важны балансовые и системные аспекты использования ресурсов отрасли.

Балансовые аспекты определяют изменяющиеся во времени соотношения материальных масс и потребно-

стей специализированной отрасли и народного хозяйства. Эти положения справедливы применительно к части нашей отрасли — водного хозяйства. В ней можно на любой временной отрезок определить, так же как и в энергетике, баланс «потребление + потери = наличие ресурсов + запас в водохранилищах» при ежегодном поступлении из природных источников. Нарастание ресурсов воды в этом балансе за определенный промежуток времени идет по мере формирования собственных водных ресурсов или привода их извне за счет территориального перераспределения. Например, баланс водных ресурсов в бассейне Аральского моря в его динамике за период 1940—2020 гг. До 1960 г. водопотребление, медленно возрастая, составляло от 47 до 60% от общих водных ресурсов в бассейне (рис. 1). В 1960—

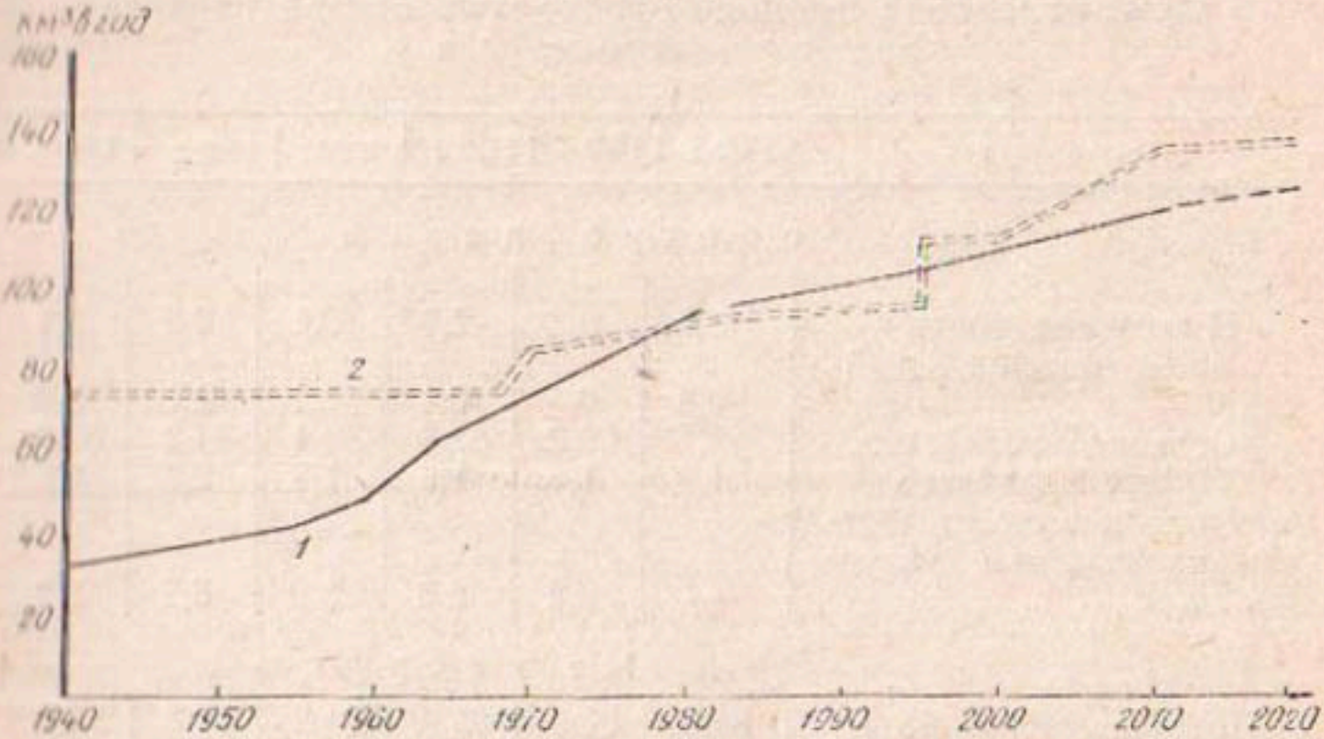


Рис. 1. Водный баланс потребления и ресурсов в бассейне Аральского моря:

*1* — водопотребление; *2* — водные ресурсы.

1970 гг. произошел резкий рост водозаборов, почти достигший располагаемых водных ресурсов, за счет значительного роста мелиоративного потребления в результате исключительно быстро возросшей сети коллекторов и открытого дренажа. В последующие годы водопотребление удачно удовлетворялось в результате ввода целого ряда водохранилищ многолетнего регулирования и одновременно привлечения подземных вод. Но несмотря на это, продолжающиеся некоторые темпы

увеличения располагаемых собственных водных ресурсов при уже достигнутом уровне водопотребления не могут удовлетворить потребности региона в воде.

Если рассмотреть этот баланс по потребителям и источникам (табл. 1), то увидим следующую его трансформацию во времени за прошедшие 10 лет. В несколько раз выросло коммунальное и промышленное водопотребление, но тем не менее это лишь на 10% снизило долю орошаемого земледелия. Последнее остается попрежнему основным водопотребителем. Точно так же и по приходным статьям баланса, несмотря на некоторое увеличение подземных вод, преимущественное покрытие осуществляется за счет поверхностных речных вод[1].

Таблица 1

**Распределение приходно-расходных статей баланса вод Аральского моря в %**

| Потребитель | 1940 г. | 1960 г. | 1970 г. | 1975 г. | 1980 г. | 1983 г. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Водопотребление | | | | | | |
| Промышленность | 3,8 | 6,2 | 7,6 | 9,1 | 8,3 | 8,4 |
| Коммунальное хозяйство | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 1,1 | 2,1 | 2,2 |
| Сельское хозяйство | 94,7 | 90,0 | 87,6 | 84,1 | 84,2 | 83,9 |
| Рыбное хозяйство | 1,2 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 2,2 | 1,9 |
| Потери в межобластных каналах и водохранилищах | — | 2,2 | 2,8 | 3,9 | 3,2 | 3,2 |
| Водные ресурсы | | | | | | |
| Поверхностные воды | 86,5 | 86,3 | 85,9 | 84,3 | 82,7 | 83,1 |
| Подземные воды | 0,3 | 0,40 | 1,1 | 2,8 | 4,2 | 4,0 |
| Местные источники | 13,2 | 13,3 | 13,0 | 12,8 | 13,1 | 12,9 |

Балансовый аспект прогресса водного хозяйства, таким образом, замыкается на составе водопотребителей и источниках покрытия этого потребления.

В то же время в мелиоративной части отрасли балансовый подход определяет только возможности расширения орошаемого земледелия. Однако связь не однозначна — от роста водопотребления орошаемым

[1] Несмотря на снижение доли потребления поверхностных ресурсов, как ниже будет показано, они по абсолютной величине вырастают за счет многолетнего регулирования.

земледелием прирост валовой продукции на мелиорированных землях зависит не прямолинейно. Только внедрение научно-технического прогресса в этой части отрасли обеспечит постепенный и устойчивый рост продуктивности орошаемого земледелия, снижение затрат воды и единицу урожая.

Эта проблема будет подробно рассматриваться ниже, отметим здесь, что лишь подача оптимального удельного (на 1 га) количества оросительной воды повышает плодородие — избыточное количество воды ухудшает водно-воздушный режим, вымывает питательные вещества, ухудшает структуру почвы. Поэтому лишь при подаче оптимального количества воды на гектар орошаемых земель для каждого периода сельскохозяйственного развития будет характерен для одной и той же местности стабильный рост валовой продукции растениеводства. Однако из-за различного уровня оросительных систем, разницы в природных и хозяйственных условий эти величины резко различаются даже в одной и той же республике.

Балансовые аспекты в мелиорации и водном хозяйстве вынуждают, таким образом, обратить внимание, наряду с удовлетворением потребностей в воде всех отраслей народного хозяйства путем увеличения располагаемых водных ресурсов, на одновременное планирование и осуществление комплекса мероприятий по рационализации водопользования во всех отраслях экономики, особенно в сельском хозяйстве. Здесь на первое место выдвигается разработка мер по повышению эффективности каждого гектара орошаемых земель и, одновременно, экономное использование воды на орошение. Если с этой стороны проанализировать данные табл. 2 и 3, то мы увидим, что повышение удельной продуктивности воды может быть достигнуто как увеличением отдачи каждого орошаемого гектара путем интенсификации сельскохозяйственного производства, введения севооборота, повышения уровня агротехники, так и созданием более совершенного инженерного фона. Возьмем, например, Джизакскую область, 84% которой представлено землями нового орошения с высоким КПД оросительных систем (0,78÷0,82), с современной техникой полива (КПД т. п. — 0,71), с оптимальным мелиоративным режимом на фоне глубокого закрытого дренажа. Несмотря на среднюю урожайность (22—25 ц/га) хлопка-сырца, продуктивность воды здесь

Таблица 2

**Показатели продуктивности использования водных ресурсов по валовой продукции растениеводства Узбекской ССР, руб/тыс. м³**

| Годы | УзССР | Области | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | КК АССР | Андижанская | Бухарская | Джизакская | Кашкадарьинская | Наманганская | Самаркандская | Сурхандарьинская | Ташкентская | Ферганская | Хорезмская | Сырдарьинская |
| 1976 | 88,97 | 29,7 | 120,3 | 68,8 | 98,8 | 104,6 | 107,4 | 153,5 | 105,4 | 125,2 | 97,9 | 44,4 | 84,11 |
| 1977 | 88,73 | 34,5 | 110,2 | 83,9 | 93,4 | 90,6 | 97,8 | 154,2 | 108,4 | 108,1 | 80,6 | 60,6 | 82,42 |
| 1978 | 74,84 | 19,8 | 96,8 | 68,7 | 104,2 | 95,9 | 88,4 | 121,1 | 92,3 | 112,0 | 79,7 | 33,4 | 76,63 |
| 1979 | 74,31 | 29,3 | 74,3 | 74,8 | 115,5 | 85,1 | 70,2 | 129,4 | 81,6 | 104,9 | 66,6 | 44,4 | 84,55 |
| 1980 | 80,98 | 27,3 | 71,1 | 77,3 | 123,0 | 99,2 | 85,7 | 158,9 | 108,8 | 114,6 | 74,9 | 45,6 | 79,81 |
| 1981 | 78,05 | 27,2 | 83,3 | 83,2 | 127,7 | 88,8 | 82,2 | 148,2 | 129,5 | 116,5 | 67,8 | 54,8 | 80,90 |
| 1982 | 83,60 | 32,6 | 79,9 | 81,9 | 108,3 | 97,4 | 86,9 | 171.6 | 133,3 | 116,5 | 67,6 | 66,3 | 75,50 |
| 1983 | 79,40 | 31,1 | 82,3 | 76,8 | 101,1 | 88,7 | 83,2 | 152,2 | 130,1 | 126,5 | 71,4 | 62,1 | 81,10 |

одна из самых высоких в республике. Наоборот, в КК АССР и Хорезме благодаря низкому инженерному уровню систем, несмотря на значительно большую урожайность, продуктивность воды намного ниже среднего республиканского уровня.

Значительно снижает удельную продуктивность воды засоление земель. По нашим данным, недобор продукции от засоленных земель составляет в целом по годовому доходу от 200 до 500 руб. в год. Американские специалисты, по данным В. А. Ковды, оценивают убытки от засоления с площади 1,6 млн. га в 350 млн. долларов или также в пределах 200 долларов на 1 га.

Однако это далеко не исчерпывающие цифры. Сель-

Таблица 3

**Показатели продуктивности использования водных ресурсов по районам Узбекской ССР за 1983 г. (руб/1000 м³)**

| Область | Район | Продуктивность по валовой продукции растениеводства |
|---|---|---|
| Каракалпакская АССР | Амударьинский | 68,9 |
| | Чимбайский | 18 3 |
| Андижанская | Комсомолабадский | 99,3 |
| | Ленинский | 56,5 |
| Бухарская | Ромитанский | 123,0 |
| | Каганский | 57,0 |
| Джизакская | Джизакский | 132.6 |
| | Зарбдарский | 76,8 |
| Кашкадарьинская | Китабский | 144,1 |
| | Талимаржанский | 67,1 |
| Наманганская | Папский | 98,2 |
| | Задарьинский | 62,0 |
| Самаркандская | Пайарыкский | 167,7 |
| | Хатырчинский | 131.3 |
| Сурхандарьинская | Ангорский | 152.9 |
| | Термезский | 112,6 |
| Сырдарьинская | Сырдарьинский | 94,0 |
| | Мехнатабадский | 56,8 |
| Ферганская | Галабинский | 133,5 |
| | Бекабадский | 42,1 |
| Ташкентская | Бувайдинский | 94.2 |
| | Ферганский | 43 2 |
| Хорезмская | Хазараспский | 86 4 |
| | Ханкинский | 43,1 |

скохозяйственные культуры на засоленных землях отличаются значительно худшим качеством своей продукции: хлопок по выходу линта и качеству волокна, арбузы и свекла по сахаристости, виноград — по сахаристости и качеству вина и т. д. Кроме того, засоленные земли требуют для своего сельскохозяйственного использования значительно больших затрат воды — в 1,5—2 раза, чем для незасоленных, что в наше время, когда на большинстве речных бассейнов мира в аридных и полуаридных зонах складывается дефицит воды, снижает резко оросительную способность рек. Наконец, огромный ущерб экологический. Именно поэтому первоочередное внимание среди мелиоративных мер, направленных на повышение отдачи от каждого кубометра воды, должно быть уделено созданию надежного дренажного фона и первичному опреснению уже засоленных земель, равно как и недопущению вторичного засоления орошаемых массивов.

Стабильность наращивания плодородия земель, равно как и долговременность и надежность функционирования водохозяйственной части отрасли, особенно важна исходя из той огромной роли в экономике аридных зон, которую играет отрасль в наше время. Общая удельная доля валовой продукции отраслей, связанных с водным хозяйством и мелиорацией в Средней Азии и базирующихся на них, составляет в сельском хозяйстве 95÷97%, в промышленности 60÷86%, в строительстве 36÷48%. На перспективу это участие сохранится в сельском хозяйстве на уровне 95%, в строительстве — 40÷44%, а в промышленности может несколько уменьшиться в связи с интенсивным ростом газодобывающей, нефтяной и газовой промышленности до 40%.

Наиболее полно широкая сфера влияния и взаимосвязей мелиорации и водного хозяйства в современной экономике видна из рассмотрения системных аспектов отрасли (рис. 2). Вода, будучи единой во всем многообразии источников и тесно связанной на определенной территории или регионе, в то же время может служить ресурсом, средой обитания, источником энергии и источником орошения. К каждой из этих «обязанностей воды» предъявляются определенные требования в зависимости от социальных факторов (динамики роста населения, его структуры, уровня благосостояния, культуры, обеспеченности продуктами питания и промышленными товарами), состояния, структуры и темпов

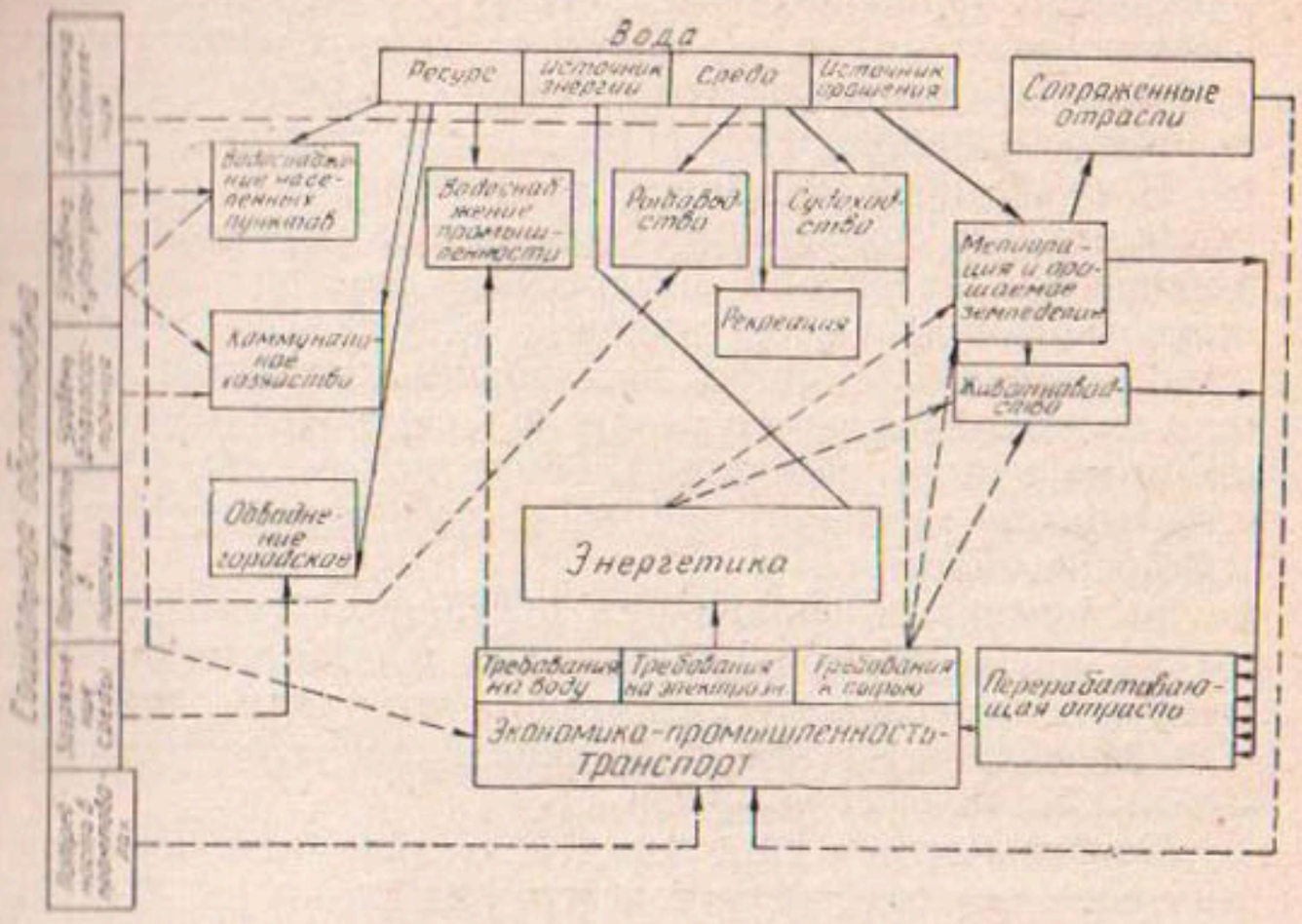


Рис. 2. Схема системных связей отрасли.

развития экономики. При этом наряду с требованиями к воде общество постоянно предъявляет требования к мелиорации и орошаемому земледелию: в сельскохозяйственном сырье, продуктах питания и т. д. В свою очередь, мелиорация и орошаемое земледелие, с одной стороны, предъявляют требования к развитию обеспечивающих отраслей (сельхозтехника, строительство и индустрия, промышленность строительных материалов, сельхозмашиностроение, производство минеральных удобрений, тяжелое машиностроение и т. д.), с другой, создают условия и базу для развития в сочетании с животноводством, садоводством, виноградарством и сопряженных отраслей перерабатывающего производства (пищевой, мясо-молочной, текстильной, легкой, химической и местной промышленности). Развитие всех этих отраслей опять-таки влияет на социальную обстановку, изменяя занятость населения и его благосостояние, и вновь определяет растущие требования и в воде и в энергии.

Исходя из этого, развитие мелиорации и водного хозяйства должно учитывать соответствующее развитие всех сопряженных отраслей на перспективу. Отсюда и

внедрение и направленность НТП в этих совокупных и сопряженных отраслях будут в значительной степени определять специфику требований к водному хозяйству, а отсюда и направление НТП в самой отрасли.

В то же время соотношение сложившейся структуры экономики и социальные особенности определяют возникновение встречных интересов в водопользовании и использовании земли, трудовых ресурсов и экономического потенциала. Здесь важнейшим критерием является влияние отраслевого развития с сопряженными отраслями на изменение национального дохода, как в целом, так и особо удельного национального дохода на одного трудоспособного.

Экономика и социальная обстановка выступают в то же время и ограничивающими факторами по отношению к отраслевому развитию, в частности, возможности выделения на эти цели капиталовложений, материальных и людских ресурсов.

Особое место в системных аспектах развития отрасли занимают особенности географии развития. Местные природные условия определяют: условия, дефицитность и стоимость формирования водных ресурсов, потенциальную продуктивность мелиорации, особенности и остроту влияния отраслевых мероприятий на изменение экологической обстановки, на степень воздействия, на динамизм окружающей среды. Региональные особенности дифференцируют удельные расходы воды на производство всех видов, как промышленной, так и сельскохозяйственной продукции, а также на коммунально-бытовые и хозяйственно-питьевые нужды.

В то же время в зависимости от региональных особенностей значительно отличаются удельные капиталовложения на развитие отрасли и их удельная эффективность. Тенденция к региональной дифференциации будет сохраняться и на перспективу.

Положение мелиорации и водного хозяйства с позиций системного аспекта делает крайне сложным выбор направления научно-технического прогресса. Трудности возникают из неопределенности и общего экономического развития, недостаточной точности демографических расчетов и из сложностей прогнозирования дальнейшего хода НТП в сопряженных отраслях, как по характеру, так и по срокам и средствам проявления. Возьмем, к примеру, орошаемое земледелие. Для мелиоративных систем и сооружений характерны

замедленные темпы внедрения новых видов орошения, новых видов сооружений и приемов мелиорации земель. Быстрое и широкое внедрение новшеств на всех орошаемых землях практически невозможно в связи со значительной капиталоемкостью, большими сроками их амортизации (50 и более лет), большой материалоемкостью, а также необходимостью осуществления реконструкций или модернизаций на «теле действующего сельскохозяйственного механизма» с коротким периодом свободной от работы земли.

В то же время агротехнические нововведения требуют намного меньших капвложений, в основном на замену техники в пределах коротких амортизационных сроков (5—8 лет), или связаны и применением новых более продуктивных сортов культурных растений. Если, например, будет создан сорт хлопчатника с потенциальной урожайностью 80 ц/га вместо 50 ц/га в настоящее время, но с требованиями к постоянному увлажнению с большими гидромодулями, то оросительная система в короткий период не может быть перестроена на больших площадях.

Другое — биологическая и почвенная наука все более и более постепенно подходит к необходимости развития по глубине структурного почвенного слоя с большим запасом плодородия, что вызывает требования к крайне щадящему увлажнению почвы, особенно в условиях интенсивной искусственной или естественной дренированности с недопущением больших инфильтрационных скоростей воды и расходов с целью сохранения минерального питания и гумуса, агрегатного состава. Агротехники и механизаторы предлагают и комплекс механизмов для такого революционного сельскохозяйственного переворота. Технология же увлажнения при этом требуется коренным образом новая: поверхностное увлажнение, видимо, здесь будет совершенно неприемлемым. Потребуется управляемая субирригация, или внутрипочвенное орошение, пути к которому еще только намечаются.

В связи с этим особое внимание в прогнозировании развития отрасли и ее технической политики должно уделяться смежным отраслям, выдвигающим новые требования к мелиорации и водному хозяйству и одновременно к прогнозу в развитии мощностей и решениях в фундаментальных отраслях и науках, позволяющих по-новому решить те или иные технические проблемы.

Так, значительное увеличение тяговых усилий в создаваемом в стране парке тракторов и одновременно увеличение производства полиэтилена и полихлорвинила определили переход на новую бестраншейную и щелевую технологию дренирования земель с отказом от традиционных многодельных, сложных в производстве и укладке гончарных труб. Это приводит не только к совершенно новым темпам дренирования земель, но и к снижению капиталовложений и к повышению эксплуатационной надежности дренажа на орошаемых землях.

Особо проявляются системные связи в увязке с изменением окружающей среды под влиянием мелиорации и водохозяйственного развития. Орошение — почти единственное из средств воздействия на природные геохимические и биологические циклы, которое увеличивает в значительной мере продуктивность естественных биогеоценозов, особенно в аридной зоне. Но и влияние этого фактора на окружающую среду так значительно, что оно проявилось в значительных антропогенных изменениях вод рек еще в далекой древности.

Вследствие интенсивного ирригационного развития в древней Бухаре (II — III тыс. до н. э. ) и разбора воды в среднем течении Зарафшана в пределах Согдианы — река уже в I тыс. до н. э., по исследованиям наших историков А. Р. Мухамеджанова, Я. Г. Гуламова, прекратила связь с Амударьей, а позже не могла орошать и Каракульский оазис, пришедший в запустение. Такая же судьба постигла во времена Тимура Кашкадарью, так как при орошении ее в верховьях по сути прекратился сток в низовья. Аналогичную картину мы видим и на Теджене, Мургабе, Атреке и др.

Дошедший до нас древний опыт использования водных ресурсов в аридной зоне нашей страны заставляет осторожно относиться к интенсификации водоотбора и использования водных ресурсов и извлечь некоторые уроки.

Необходимо очень осторожно относиться к масштабам развития орошения в различных зонах бассейнов рек, чтобы не превышать предельную возможность отбора как в целом, так и особенно в верховьях в ущерб ранее орошавшимся низовьям. С одной стороны, чрезмерный рост орошаемых площадей создает опасность постоянного недоувлажнения, что может привести к потере плодородия земель, к относительной потере валового дохода, к увеличению непродуктивных затрат

стока на растекание, физическое испарение и т. д. С другой стороны, если земли требуют систематических и периодических промывок, недодача промывной доли орошения приводит, как это получилось в древности в Бухарском оазисе, к засолению и, в конечном счете, вместе с первым фактором к антропогенному опустыниванию. Несколько другой урок преподает анализ древнего орошения в Геоксюрском массиве. Видимо, главное здесь — несоответствие развивающихся масштабов орошения, исходя из растущих потребностей населения, тем организационным возможностям общественного строя, которые могли бы постоянно поддерживать ставшую сложной систему каналов, соизмеряя ее управление с рациональным использованием природы. Действительно, по данным Г. Н. Лисицыной, плотность населения в Геоксюрском оазисе составляла 25 человек на 100 га. Этого количества по мере усложнения и разветвления системы, расположенной на аллювиальных дельтовых отложениях, склонных к засолению и заилению, бесспорно, было недостаточно.

Гектар на человека — тяжелая нагрузка даже по сегодняшнему механизированному уровню хозяйства.

Между тем Геоксюрский оазис охватывал площадь 60 тыс. га при населении, по оценке археологов, 5 — 11 тыс. человек. При уровне трудоспособного населения максимум в 4 тыс. человек ежегодно можно было использовать 2 тыс. га. При наличии сухого дренажа и расхода воды до 15 тыс. м³/га ежегодные темпы ухудшения земель позволяли орошать на одном месте до 20 — 40 лет. Этой величине соответствует перекрытие слоев, по данным Г. Н. Лисицыной и других археологов (25 —30 см).

Таким образом, превышение оросительной способности потоков в сочетании с нарастающей сложностью содержания оросительных систем приводило на определенном уровне к потере управляемости. Это же способствовало развитию бродячего, кочевого орошаемого земледелия, которое охватывало и выводило из строя огромные массивы земель, намного превышающие возможности освоения их людскими ресурсами и длительного сохранения плодородия.

Одновременно возрастающие потребности растущего населения постепенно привели, как показывают археологические исследования, к усиленной вырубке арчовников и лесов на склонах Копетдага, что снизило

сток саев и рек, вызвало несоответствие увеличивающихся потребностей орошения стоку рек.

Учет опыта предков заставляет нас в целом исключительно осторожно обращаться с водными ресурсами как важной составной частью той самой природы, в равновесие которой мы обязаны вмешиваться в будущем и заботиться о ее долговременном, лучше постоянном, сохранении.

Понимание взаимодействия мелиорации и водного хозяйства, особенно в аридной зоне, с окружающей средой (рис. 3) позволяет более обоснованно подойти к управлению водохозяйственными объектами.

Орошение и дренаж, как два основополагающих составных элемента мелиорации, дают возможность обеспечить оптимальные условия развития растений при минимуме оптимального увлажнения и минимальном солеобмене между зоной аэрации и грунтовыми водами. При этом достигается минимальное воздейст-

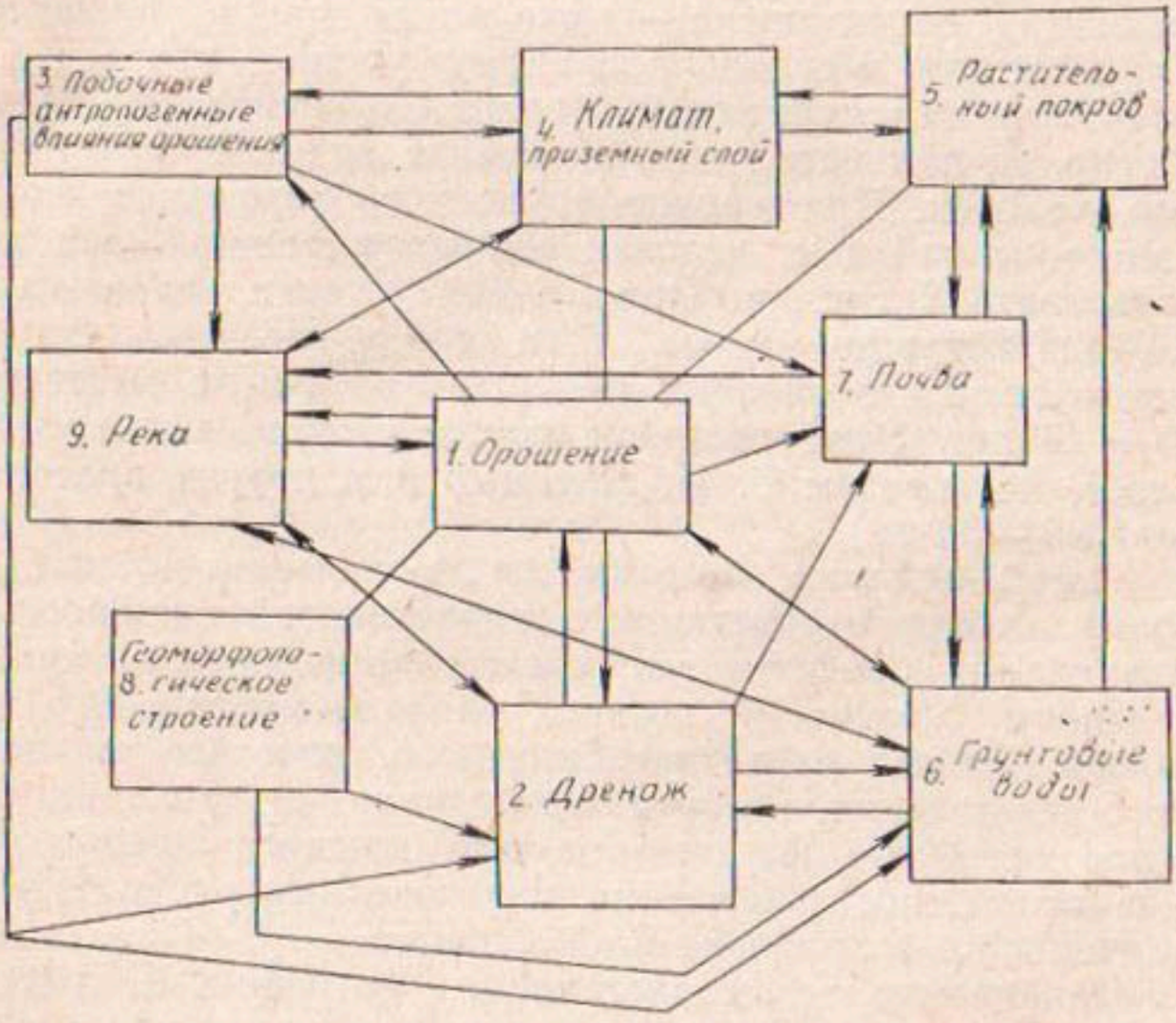


Рис. 3. Схема связей в природной части водохозяйственного комплекса в зависимости от орошения.

вие на грунтовые воды, речной сток и климатические условия. В то же время благоприятное влияние на основной носитель плодородия — почву — должно основываться на осознанном формировании почвенного процесса с сохранением естественной направленности его и с приспособлением мелиоративных режимов к требованиям почвенных процессов. Задача мелиорации — помочь наряду с режимом минимального «оптимального» увлажнения устранить те генетические недостатки, которые сложились под влиянием различных отрицательных явлений и приводят к снижению плодородия (засоление, слитность, водонепроницаемые горизонты и т. д.).

Научно-технический прогресс, исходя из сложности социально-экономического и экологического воздействия отрасли в аридной зоне, мелиоративная наука, наука об управлении системами уже давно подсказывают необходимость управления отраслью в пределах определенных территорий — бассейнов рек — путем создания соответствующих водохозяйственных комплексов.

Особенно необходимо это управление в интересах экологии. Естественные территориальные биогеоценозы с очень низкой естественной продуктивностью настолько изменяются под влиянием мелиорации и водного хозяйства в аридной зоне, что интенсивность геохимических циклов, приближаясь к потенциальной продуктивности, созданной климатическими, энергетическими и почвенными условиями, требует очень осторожного и внимательного отношения к контролю за изменением всех составляющих балансов и природных условий. При этом, исходя из предложенной ранее схемы иерархии ВХК — бассейновой и территориальной, управление мелиорацией на территориальном уровне, развитие мелиоративных работ на подкомандных источнику орошения землях следует постоянно преломлять сквозь призму взаимодействия с бассейном. Здесь мы должны иметь в виду постоянное изменение под влиянием мелиорации, внедрения НТП и развития орошения большого бассейнового геохимического цикла с возможной стабилизацией на этапе полного использования водных ресурсов. Баланс воды и солей в низовьях может оказаться при этом крайне осложненным.

Отсюда для управления ВХК в аридной зоне необходимо решить следующие задачи:

постоянно контролировать использование водных ресурсов;

планировать для различных временных этапов уровень предельного использования водных ресурсов в бассейне каждой реки, исходя из стабилизации на определенном уровне бассейнового круговорота с обязательной увязкой минерального баланса. Временные этапы должны характеризовать для каждого периода (10 — 15 лет) определенный технический уровень систем орошения и возможную степень снижения этого уровня за предстоящий отрезок времени;

наметить предельный уровень использования собственных водных ресурсов на ближайшие годы и на далекую перспективу;

определить для каждого временного этапа наряду с показателями экологической эффективности развития возможные экологические изменения в зонах влияния речного бассейна, особенно в низовьях, бессточных морях и т. д.

# ГЛАВА II

## РАЗВИТИЕ МЕЛИОРАЦИИ В СРЕДНЕЙ АЗИИ, ЕЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ

Научно-технический прогресс в водном хозяйстве и мелиорации играет огромную роль в процессе увеличения народнохозяйственного потенциала отраслей-потребителей. При рассмотрении отраслевой направленности НТП необходимо постоянно учитывать указания партии о том, что научно-технический прогресс должен быть подчинен решению социально-экономических задач общества, ускорению темпов роста интенсификации всех видов производства, повышению эффективности использования общественных ресурсов.

В настоящее время для мелиорации и водного хозяйства особенно важно учитывать наряду с отраслевыми и региональные аспекты динамики НТП. При этом последние, исходя из особенностей природной и социально-экономической обстановки, становятся определяющими для стимулирования и формирования развития НТП в сопряженных отраслях и должны вызывать сбалансированный и четко взаимно скоординированный прогресс в них, управляемый региональными органами.

Такими природными и социально-экономическими условиями в Средней Азии являются: нарастание дефицита отдельных природных ресурсов, главным образом водных; изменения в экологической обстановке, имеющие далеко идущие внешние связи; особенности демографических процессов (рост населения, использование и потребности в рабочей силе, степень занятости и трудовые навыки); экономический потенциал в отдельных отраслях и ограничивающие его использование ресурсы и связи, роль региона в общесоюзной специализации.

Известно, что Среднеазиатский регион отличается исключительно благоприятными природными условия-

ми. Необходимость развития орошения в интересах Продовольственной программы всей страны основывается не только на обилии тепла, солнечной энергии и радиации, а также возможности получения двух урожаев в год. В Средней Азии имеются огромные запасы почвенного плодородия. Особенно выгодно в этом отношении выделяются сероземные почвы, которые, обладая микроагрегированностью, устойчиво сохраняют благоприятные водно-физические свойства и не склонны к деградации при орошении, а также древнеорошаемые и аллювиальные, которые повышают свою производительность, особенно при орошении мутными водами.

Устойчивости плодородия почв в Средней Азии способствует первичная «юность» их минералогического состава. Все 50 — 70 нужных растениям микроэлементов содержатся в них в значительных количествах. Высокое содержание гипса является гарантией против осолонцевания, неоправданной потери питательных веществ. Особенно велика отзывчивость местных почв на фосфорные и азотные удобрения.

Общая площадь таких земель, пригодных для орошения в Средней Азии, по самым скромным подсчетам превышает 20 млн. га.

На опыте Голодной, Каршинской степей и других массивов нового орошения разработана технология освоения также и менее плодородных почв — такырных, серо-бурых и др. Это обстоятельство также приходится учитывать. Известно, что площадь используемых в неорошаемой зоне территорий за последние 10 лет уменьшилась, вследствие отчуждения под строительство, выпадов и др., почти на 7 млн. га, в то время как, если судить по прогнозам Государственного института земельных ресурсов, возможности восполнения их весьма ограничены.

Благодаря высокому природному потенциалу Средней Азии сложилась определенная специализация региона в поставке сельскохозяйственной продукции как для удовлетворения промышленности (текстильной и легкой) в сырье, так и для обеспечения населения продуктами питания. Среднеазиатские республики являются основным (более 85%) поставщиком в стране хлопка, шелка, кенафа, они дают большую долю производимых в стране риса, бахчевых, значительную часть

овощей, фруктов, винограда и другой продукции. Здесь характерны самые высокие в стране показатели эффективности капитальных вложений в мелиорацию, самая высокая удельная продуктивность земель.

Возможному интенсивному росту орошаемых земель в регионе способствует наличие естественных сырьевых ресурсов по производству минеральных удобрений: фосфорных и азотных, что определило одновременно создание крупных предприятий по производству удобрений: Самаркандского и Вахшского суперфосфатного, Навоийского, Ферганского и ряда других заводов азотных удобрений. Благодаря этому Узбекистан, например, занимает одно из ведущих мест в стране по использованию удобрений. Но главное богатство региона — это его демографический потенциал, его население.

В Средней Азии имеется избыток не только трудоспособного населения в целом, но и кадров специалистов сельского хозяйства, орошаемого земледелия. В сочетании с низкой подвижностью сельского населения (слабой миграцией из деревни в город и за пределы Средней Азии) создаются определенные трудности в обеспечении занятости избыточных трудовых ресурсов на селе. Высокий демографический потенциал в Средней Азии в состоянии еще более обострить эту проблему даже в дальнейшем.

С учетом планируемого привлечения людей в промышленность и сферу обслуживания к 2000 г. недостаточно загруженное сельское население может достигнуть 2 — 3 млн. человек.

Одновременно в Средней Азии сосредоточено 14% технического потенциала гидроэнергетических ресурсов страны — 148 млрд. кВт. ч, из которых сейчас используется менее 20%, что создает условия для интенсивного развития гидроэнергетики. В сочетании с запасами газа и нефти это делает регион вне конкуренции по энергетическим возможностям. Орошаемое земледелие региона, имеющее глубокие экономические корни и многовековую традицию, получило наибольшее развитие в годы Советской власти. В результате претворения в жизнь ленинских положений о развитии орошения уже к началу Великой Отечественной войны в Узбекистане был построен ряд крупных водохранилищ, плотин, каналов, таких как Первомайская плотина, Большой Ферганский канал, Каттакурганское водохранилище и др. Осуществлены межбассейновые переброски стока.

К этому же периоду была достигнута хлопковая независимость нашей страны, а продуктивность орошаемого гектара на плодородных землях превысила в пять — семь раз продуктивность неполивных богарных земель.

В годы Великой Отечественной войны, хотя темпы развития орошения и снизились, но водохозяйственное строительство продолжалось. Уже в последний период наметился новый этап усиления мелиоративных работ, что позволило в последующие годы (1950 — 1960 гг.) увеличить орошаемый клин Средней Азии на 1 млн. га, что превышало аналогичные темпы в предвоенные десять лет. В этот же период в стране развернулось крупное водохозяйственное строительство по регулированию стока рек.

Основные источники орошения в республике — реки Амударья и Сырдарья — к этому времени были почти не зарегулированы. Поэтому уже в 60-х годах при общей достаточной обеспеченности наступали периоды резкого маловодья. Для устранения этого недостатка было принято решение построить ряд водохранилищ как на главных реках, так и на их притоках. С этого периода было реконструировано Каттакурганское водохранилище, заполняемое водами Зарафшана, с доведением его полезного объема до 840 млн. м$^3$, завершено строительство Южно-Сурханского водохранилища на р. Сурхандарья, построены Пачкамарское водохранилище на р. Гузардарья, комплексный ирригационно-энергетический Чарвакский гидроузел на р. Чирчик, Андижанское водохранилище на р. Карадарья.

В тот же период началось создание уникального Нурекского гидроузла на реке Вахш, притоке Амударьи, а в 1967 г. — строительство Туямуюнского комплексного ирригационно-энергетического гидроузла на реке Амударья, завершение которых в настоящее время совместно с рядом внутрисистемных водохранилищ на каналах крупнейших оросительных систем позволило на 86% обеспечить регулирование стока этой реки, которое будет почти полностью завершено начавшимся строительством Рогунского водохранилища.

Возросшая мощь советской индустрии позволила перейти к качественно новому этапу развития орошения. Если ранее вода на орошаемые поля подавалась в основном самотеком или с помощью небольших ди-

зельных насосных установок не более чем на 10 м, то создание в стране крупной насосной промышленности позволило проступить к строительству мощных каскадов насосных станций, поднимающих сотни кубометров воды для орошения десятков тысяч гектаров. Ныне машинное орошение охватывает более 2,6 млн. га земель в республиках Средней Азии (табл. 4).

Огромное значение в развитии региона имело строительство в 1956 г. Каракумского канала, первая очередь которого была введена в эксплуатацию в 1963 г. Построенный в уникальных по сложности природных условиях — песчаных пустынях — эта оросительная магистраль протяженностью более 1100 км в настоящее время определяет орошение в целой республике—Туркмении, обеспечивая одновременно обводнение и водоснабжение всей южной, наиболее населенной части республики.

Водохозяйственные работы по основным рекам ре-

Таблица 4

**Темпы роста орошаемых земель по республикам Средней Азии и Казахстану*** (тыс. га/% к 1913 г.)

| Республика | Годы | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1965 | 1970 | 1975 | 1980 | 1983 |
| Узбекская | 2575 | 2751 | 3006 | 3407 | 3652 |
| | 100 | 106,8 | 116,7 | 132 | 141,8 |
| Таджикская | 463 | 518 | 567 | 605 | 631 |
| | 100 | 110 | 121 | 129 | 135 |
| Туркменская | 514 | 643 | 855 | 942 | 1061 |
| | 100 | 125 | 166 | 183 | 206 |
| Киргизская | 861 | 883 | 911 | 975 | 1008 |
| | 100 | 103 | 105 | 113 | 117 |
| Казахская | 1368 | 1451 | 1630 | 1930 | 2086 |
| | 100 | 106 | 119 | 141 | 152 |
| Итого по Средней Азии | 5786 | 6246 | 6959 | 7861 | 8438 |
| | 100 | 108 | 120 | 136 | 146 |
| по СССР | 9897 | 11100 | 14486 | 17487 | 18420 |
| | 100 | 112 | 146 | 177 | 186 |

* Таблица рассчитана по данным справочника «Народное хозяйство СССР в 1983 г.», М., ЦСУ СССР, 1984.

гиона способствовали возможности широкого развития орошения, вводу новых орошаемых земель. Учитывая исчерпание земель оазисного характера, центр тяжести этих работ переносится на пустынные массивы.

ЦК КПСС и правительство страны пошли здесь по принципиально новому пути организационного, технического, инженерного и социально-экономического решения развития орошения. Он представлял собой невиданный в государственных масштабах пример всестороннего охвата проблемы на основе НТП. На опыте орошения новых земель в Голодной степи был создан и обоснован метод комплексного освоения, распространившийся затем в Узбекистане (Каршинская, Сурхан-Шерабадская степи, низовья Каракалпакии), в Таджикистане, Казахстане (Арысь-Туркестанский массив, Кызылкумская степь, долина реки Или), Туркменистане (зона Каракумского канала).

Принципы комплексного освоения, разработанные в Голодной степи, заключаются в том, что водохозяйственное строительство проводится одновременно и в строгой взаимоувязке со строительством сельскохозяйственных объектов и объектов инфраструктуры, с развитием сельскохозяйственного производства. При этом все виды работ и мероприятия, необходимые для орошения и освоения земель, выполняются по единому проекту и плану силами организации, несущей полную ответственность за ход работ на стадии проектирования до полного освоения массива. При комплексном методе обеспечиваются гораздо более высокие темпы строительства и освоения, чем при раздельном, повышается коэффициент земельного использования, выше темпы роста урожайности и валового сбора хлопка.

Внедрение новых организационных и инженерных принципов позволило довести в Средней Азии ежегодные темпы ввода земель до 140 — 160 тыс. га в год с объемом выполняемых строительно-монтажных работ более 2 млрд. руб. (табл. 4).

Предпринятые работы по развитию мелиорации и водного хозяйства неузнаваемо преобразовали сельское хозяйство региона. За годы Советской власти площади орошаемых земель выросли по сравнению с дореволюционным уровнем в 2,9 раза против 4,6 раза в целом по стране, а темпы роста валовой продукции сельского хозяйства за тот же период увеличились в 8,2 раза против 3,5 раза по стране.

В республиках Средней Азии, и особенно в Узбекистане, широко развернулась борьба с засолением орошаемых земель. За истекшее 20-летие впервые в нашей стране исследован, проверен в различных гидрогеологических условиях и повсеместно внедрен на вновь осваиваемых землях эффективный инженерный комплекс по успешному выращиванию высоких урожаев сельхозкультур на основе совершенных методов дренирования, позволяющих в широком диапазоне регулировать уровень грунтовых вод. В зависимости от гидрогеологических условий дренаж может быть закрытым, вертикальным, комбинированным.

Для строительства этих видов дренажа созданы специальные механизмы и технологические процессы, включая траншейные и бестраншейные дреноукладчики, установки для бурения скважин вертикального и комбинированного дренажа.

Исследования и многолетняя эксплуатация различных конструкций закрытого горизонтального дренажа показали его высокую мелиоративную эффективность.

Все более широкое распространение в республике находит вертикальный дренаж. Вертикальный дренаж успешно эксплуатируется в тяжелых мелиоративных условиях, в которых ежегодные промывки и горизонтальный дренаж не могут обеспечить рассоляющего эффекта. Только в старой зоне освоения Голодной степи действует более 1200 скважин. В течение 3—5 лет вертикальный дренаж способствовал ликвидации сильного вторичного засоления и полностью окупил затраты на строительство. Урожайность хлопчатника повысилась с 12—16 до 25—40 ц/га. Всего по УзССР эксплуатируется уже более 3 тыс. скважин. Их мелиоративное действие сказывается на площади около 400 тыс. га.

Для обеспечения эксплуатации мелиоративных систем и контроля за мелиоративным состоянием орошаемых земель в республике введена единая структура организации управления мелиоративных систем.

В последние годы все более широкое применение находит система комбинированного дренажа. Она состоит из горизонтальных открытых или закрытых дрен, к которым подключаются самоизливающиеся скважины-усилители. В определенных гидрогеологических условиях комбинированный дренаж оказывается по капитальным и эксплуатационным затратам эффективнее систем горизонтального закрытого и вертикального дренажа.

Он позволяет при равном мелиоративном эффекте уменьшить протяженность горизонтальной сети и не требует затрат электроэнергии. Первые участки комбинированного дренажа введены в эксплуатацию в 1-й очереди орошения Каршинской степи. Там комбинированный дренаж будет построен на площади 70 тыс. га. Началось сооружение комбинированного дренажа в других зонах.

Работы по мелиорации, проведенные в Узбекистане за последние 20 лет, могут служить примером комплексного решения одной из самых сложных проблем орошаемого земледелия — проблемы успешной борьбы с засолением.

Можно с уверенностью сказать, что везде, где осуществляется надежное дренирование земель, в республиках Средней Азии достигается достаточное опреснение почвогрунтов и мелиоративное благополучие земель. Однако степень этого мелиоративного благополучия достигается различным количеством воды, поэтому его оптимальность не везде обеспечивается, что вызывает иногда повышенные затраты воды на промывки и ряд других нежелательных явлений.

Все указанные факторы, включая уже упомянутое крупное водохозяйственное строительство и интенсивное строительство дренажа на орошаемых землях Средней Азии на площади около 2,4 млн. га, способствовали тому, что с 1960 по 1970 гг. в Средней Азии и Казахстане произошел резкий скачок водозаборов. В то же время увеличение объема промывного водопотребления не вызвало увеличения удельного безвозвратного водопотребления там, где коллекторы сбрасывали воду в русло реки (верхнее и нижнее течение Сырдарьи, Зарафшан, верхнее течение Амударьи), но привело к повышению минерализации воды, главным образом в Сырдарье.

В последующие 10 лет такого резкого увеличения водозаборов уже не происходило, оно шло медленнее, так как общее использование воды по всем республикам приблизилось к суммарному объему располагаемых водных ресурсов и в основном диктовалось водностью источников в различные годы. Это десятилетие отличалось завершением строительства крупнейших водохранилищ комплексного регулирования, таких как Токтогульское, Нурекское, Андижанское, Чарвакское,

Туямуюнское, в результате чего степень зарегулирования стока рек Сырдарьи и Амударьи достигла соответственно 94 и 86%.

Реализация этих крупных водохозяйственных мероприятий в корне изменила соцально-экономическое, природное и хозяйственное состояние Средней Азии.

Характерным для Среднеазиатского региона является целый ряд положительных результатов в развитии орошаемого земледелия и водного хозяйства.

Рост сельскохозяйственного производства на орошаемых землях после 1965 г. происходил при непрерывном снижении удельных затрат воды на единицу сельскохозяйственной продукции в целом в 2 раза (табл. 5). При этом темпы роста продуктивности земель опережают темпы роста удельного водопотребления на гектар земель. Здесь большую роль сыграли как меры водохозяйственного направления, так и в большой степени интенсификация сельскохозяйственного производства.

Среди последних факторов большое значение имело повышение объема внесения удобрений, увеличение парка машин и их мощностей, улучшение технологии обработки и возделывания сельскохозяйственных культур, некоторое улучшение семеноводства.

Широкое развитие антифильтрационных работ и мероприятий по повышению КПД систем сократило непроизводительные потери воды в оросительных каналах. Именно в Средней Азии впервые в стране прошли проверку и отбор различные антифильтрационные методы. Здесь были опробованы противофильтрационные экраны из пленочных полимерных материалов, широко внедрены монолитные и сборные бетонные и комбинированные облицовки.

Повсеместное распространение получили, например в Голодной, Джизакской, Каршинской, Сурхандарьинской степях, лотковые каналы, из которых орошается около 580 тыс. га.

Длительная эксплуатация лотковых каналов показала их высокую эффективность. Они позволили снизить потери воды на 10—12%.

Одновременно в Узбекистане и Таджикистане было начато применение закрытых напорных трубопроводов из асбесто-цементных труб, которые хорошо зарекомендовали себя в качестве участковых распределителей

Таблица 5

**Изменение показателей водопользования в бассейне Аральского моря (без бессточных рек)**

| Показатель | Годы | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1965 | 1970 | 1975 | 1980 | 1982 |
| Объем водозабора, км³ | 72,7 | 87,9 | 103,5 | 111,7 | 96,9 |
| в т. ч. в бассейне Сырдарьи | 36,4 | 40,2 | 45,8 | 51,7 | 42,2 |
| в бассейне Амударьи | 36,3 | 47,7 | 57,7 | 60,0 | 54,7 |
| Из них на орошение, км³ | 66,2 | 79,6 | 91,1 | 102,9 | 87,1 |
| в т. ч. в бассейне Сырдарьи | 29,4 | 35,4 | 38,5 | 45,9 | 37,1 |
| в бассейне Амударьи | 33,8 | 44,2 | 52,6 | 57,0 | 50,0 |
| Водопотребление безвозвратное, км³ | 63,2 | 63,9 | 76,7 | 81,1 | 71,6 |
| в т. ч. в бассейне Сырдарьи | 33,1 | 24,0 | 28,8 | 31,7 | 25,8 |
| в бассейне Амударьи | 30,1 | 39,9 | 47,9 | 49,4 | 45,8 |
| Из них на орошение, км³ | 46,3 | 59,9 | 69,7 | 77,4 | 68,2 |
| в т. ч. в бассейне Сырдарьи | 17,6 | 22,3 | 25,0 | 30,0 | 25,7 |
| в бассейне Амударьи | 28,7 | 37,6 | 44,7 | 47,4 | 42,5 |
| Площадь орошения, млн. га | 3,82 | 4,41 | 5,13 | 6,15 | 6,40 |
| в т. ч. в бассейне Сырдарьи | 1,90 | 2,10 | 2,40 | 2,95 | 3,10 |
| в бассейне Амударьи | 1,92 | 2,31 | 2,73 | 3,20 | 3,30 |
| Удельный водозабор, тыс. м³/га | 16,54 | 18,05 | 17,76 | 16,73 | 13,61 |
| в бассейне Сырдарьи | 15,47 | 13,86 | 13,01 | 15,56 | 11,97 |
| в бассейне Амударьи | 17,60 | 19,30 | 19,26 | 17,81 | 15,15 |
| Удельное водопотребление, тыс. м³/га | 12,12 | 14,49 | 15,54 | 13,19 | 11,19 |
| в бассейне Сырдарьи | 9,23 | 10,62 | 10,42 | 10,44 | 8,29 |
| в бассейне Амударьи | 14,90 | 16,98 | 16,37 | 14,81 | 12,88 |
| КПД системы | 0,52 | 0,55 | 0,58 | 0,60 | 0,61 |
| по бассейну Сырдарьи | 0,53 | 0,56 | 0,60 | 0,63 | 0,64 |
| по бассейну Амударьи | 0,50 | 0,53 | 0,55 | 0,55 | 0,57 |
| Валовая продукция земледелия с орошаемых земель, млрд. руб. | 2,83 | 3,97 | 5,43 | 7,81 | 8,18 |
| в т. ч. в бассейне Сырдарьи | 1,32 | 1,76 | 2,15 | 3,53 | 3,78 |
| в бассейне Амударьи | 1,51 | 2,21 | 3,28 | 4,28 | 4,40 |
| Водозабор на 1 млрд. руб. прод. | 22,3 | 20,05 | 16,78 | 13,18 | 10,65 |
| в бассейне Сырдарьи | 22,3 | 20,10 | 17,90 | 13,60 | 9,81 |
| в бассейне Амударьи | 22,4 | 20,00 | 16,00 | 13,31 | 11,37 |
| То же, водопотребления, км³ | 16,36 | 15,09 | 12,84 | 9,91 | 8,34 |
| в бассейне Сырдарьи | 13,33 | 12,67 | 11,62 | 8,50 | 6,80 |
| в бассейне Амударьи | 19,00 | 17,00 | 13,60 | 11,07 | 9,65 |

при значительных уклонах местности. Это наиболее надежный и современный вид оросителей, который имеет преимущества даже перед лотковыми каналами. Потерь воды в трубопроводах практически нет. Сейчас ведутся работы по освоению новых, более прочных и дешевых материалов для изготовления оросительных трубопроводов. Развивается производство полимербетонных и бетонных напорных труб.

Совершенствование конструкций магистрального и внутрихозяйственного питания, применение новых антифильтрационных покрытий и новой техники полива способствовали более рациональному использованию водных ресурсов. Технический КПД межхозяйственной сети зоны ЮГК, например, составил 92,3%, а внутрихозяйственной сети новых совхозов — от 86 до 92%.

Такие же совершенные в антифильтрационном отношении системы построены в Таджикистане и Киргизии.

В результате всех предпринимаемых мер КПД оросительных систем за 18 лет возрос в целом по региону с 0,52 до 0,61, или на 0,0055 в год. Эти темпы почти соответствуют и темпам роста КПД в такой стране как США. По данным American Counsil of Water Resources (1981 г.), КПД оросительных систем в США увеличился с 0,45 в 1965 г. до 0,56 в 1980 г., или на 0,0073 в год[1].

Экономическое значение развития орошаемого земледелия проявилось в быстрых темпах динамики сопряженных отраслей промышленности на территории региона. Одновременно с ростом сельскохозяйственного производства на орошаемых землях постоянно возрастал объем промышленной продукции сопряженных отраслей, при этом на 1 рубль сельскохозяйственной прдоукции приходится в среднем 2,3 рубля сопряженной продукции. Удельные затраты воды на единицу этой продукции тоже постоянно снижаются с 0,68 км$^3$/млрд. руб. в 1965 г. до 0,48 км$^3$/млрд. руб. в 1982 г.

Непосредственное социальное значение развития орошения проявилось, в первую очередь, в росте удельного национального дохода как основного социально-

---

[1] The Nations Water resources 1975—2000 Second National Water assesment by the us Water resourses Council, pp. 36—3.

экономического показателя эффективности общественного производства. Благодаря развитию орошаемого земледелия, несмотря на исключительно быстрые темпы роста населения (3,2÷2,6% в год), национальный доход на 1 человека в аграрном секторе возрастал за 1966—1970 гг. ежегодно на 8,44%, за 1971—1975 гг.— на 2,76%, за 1976—1980 гг.— на 1,34%[1]. Всего за период с 1966 до 1982 гг. в орошаемое земледелие было привлечено более 1,5 млн. человек из приростов трудоспособного населения и около 2,2 млн. человек в регионе в сопряженные отрасли промышленности и строительства. Таким образом, почти 80% прироста трудоспособного населения поглотили мелиорация земель, водное хозяйство и смежные отрасли. Однако социальное значение в значительной степени проявилось также в улучшении условий жизни благодаря большим капиталовложениям, вкладываемым при орошении земель в непроизводственное строительство на селе, в повышение образовательного уровня и развитие сети учебных заведений. Совхозы, возводимые на целинных массивах, по уровню благоустройства намного превышают существовавшие хозяйства. Здесь, в основном осуществляется одноэтажная застройка с приусадебными участками и обязательными надворными постройками. Предусмотрен набор квартир, отвечающий составу населения и обеспечивающий обязательное поквартирное расселение семей.

Партийные организации республик, их органы на местах проводят огромную работу по обеспечению кадрами целинных районов и областей. Большое количество выпускников вузов и техникумов Ташкента, Самарканда, Ашхабада и других городов направлялось на целину. В целинных областях открыты техникумы, профессионально-технические училища и специальные курсы по подготовке специалистов строительных и сельскохозяйственных профилей, а также филиалы высших учебных заведений. Большой вклад в обеспечение кадрами целинных хозяйств внесла комсомольская организация страны, направившая тысячи комсомольцев по путевкам на целинные стройки и в хозяйства.

---

[1] Духовный В. А. Водохозяйственный комплекс в зоне орошения. — М.: Колос, 1984, с. 255.

В целях закрепления кадров на местах, создания им благоприятных условий труда и отдыха в новых совхозах возводились наряду с жильем культурно-бытовые и коммунальные объекты. Это позволило уже в процессе строительства удовлетворять культурные и бытовые запросы тружеников. Новые усадьбы представляют собой органическое сочетание современных городских удобств со специфическими сельскими особенностями — приусадебными участками, огородом, возможностью содержать скот и птицу. В совхозах на новых землях создано все необходимое для высокопроизводительного и высокомеханизированного труда и культурного досуга. Примером высокой социально-экономической эффективности развития орошения в Средней Азии может быть упомянутое преобразование бывшей пустыни — Голодной степи — в крупную хлопководческую зону Узбекистана и Таджикистана. В 1961 г. здесь было выращено всего 14 тыс. т, в 1975 г. совхозы Голодной степи дали государству свыше 290 тыс. т, а в 1980 г.—546 тыс. т хлопка-сырца. Урожайность с 16 ц/га в 1966 г. поднялась до 26,5 ц/га в 1980 г. Достигнута высокая окупаемость вложенных средств. За счет прибыли совхозов и эксплуатации новых земель почти 2/3 затрат возмещены обществу. Выросли новые города: Янгиер, Зафарабад, Гагарин, Пахтакор, Дустлик. Построено около 2 тыс. км автодорог, 1,5 тыс. км линий электропередач, более 700 км линий связи. Созданы 52 новых хлопководческих, садово-виноградарских и других хозяйств. Возведены новые хлопкоочистительные заводы, склады, хлопкозаготовительные пункты. Создана мощная база строительной индустрии. Население новой зоны орошения превысило 210 тыс. человек. В совхозах и населенных пунктах сооружены жилые дома площадью свыше 2 млн. м$^2$, а также школы на 25 тыс. учащихся, детские учреждения, больницы, клубы, кинотеатры, столовые. Для повышения образовательного и культурного уровня тружеников открыты филиал Ташкентского института ирригации и механизации сельского хозяйства, техникумы, профтехучилища.

Голодная степь явилась потребителем избытка трудовых ресурсов Ферганской, Андижанской, Самаркандской областей Узбекской ССР и Ленинабадской области Таджикской ССР.

Оценка социально-экономических предпосылок дальнейшего развития НТП ведущей отрасли в регионе должна базироваться не только на анализе сложившихся взаимосвязей, затрат и эффектов, но и на динамике их в будущем. С этой точки зрения очень важно представить себе сочетание и перспективу «внешних» и «внутренних» тенденций в мелиорации и водопотреблении, имея в виду терминологию, принятую Л. А. Мелентьевым в своих системных исследованиях в энергетике. Под «внешними» тенденциями понимается динамика взаимовлияния сфер и блоков развития народного хозяйства, экономики и социальных явлений, динамика соотношения «потребности—наличие ресурсов», а также изменение удельного водопотребления во времени.

«Внутренние» тенденции включают возрастание удельных затрат на формирование и использование водных ресурсов, снижение доли живого труда, рост системной увязки в водном хозяйстве и мелиорации.

Особое значение имеют «внешние» тенденции. Представим схему взаимодействия между отраслями и сферами общественного развития в регионе.

Основные взаимоотношения и взаимовлияния в структуре экономики применительно к перспективе отрасли «Мелиорация и водное хозяйство» могут быть установлены из анализа связи следующих блоков (рис. 4).

Блок 1 «Водные ресурсы» включает данные о поверхностных и подземных источниках, местных водных ресурсах как по количеству, так и по режиму и качеству. Одновременно прослеживается формирование возвратных вод как естественных, так и антропогенных, изменяющихся в зависимости от принимаемого технического уровня систем.

В прогнозе блока учитываются все возможные технологические решения по увеличению на различных временных этапах располагаемых водных ресурсов путем повышения степени регулирования стока, строительства новых водохранилищ, включая многоступенчатое регулирование рек, мероприятия по сокращению непродуктивных потерь стока, привод дополнительных вод в бассейн, воспроизводство водных ресурсов перспективными методами (ледники, осадки, горные озера, отбор дополнительных подземных вод и т. д.). Среди

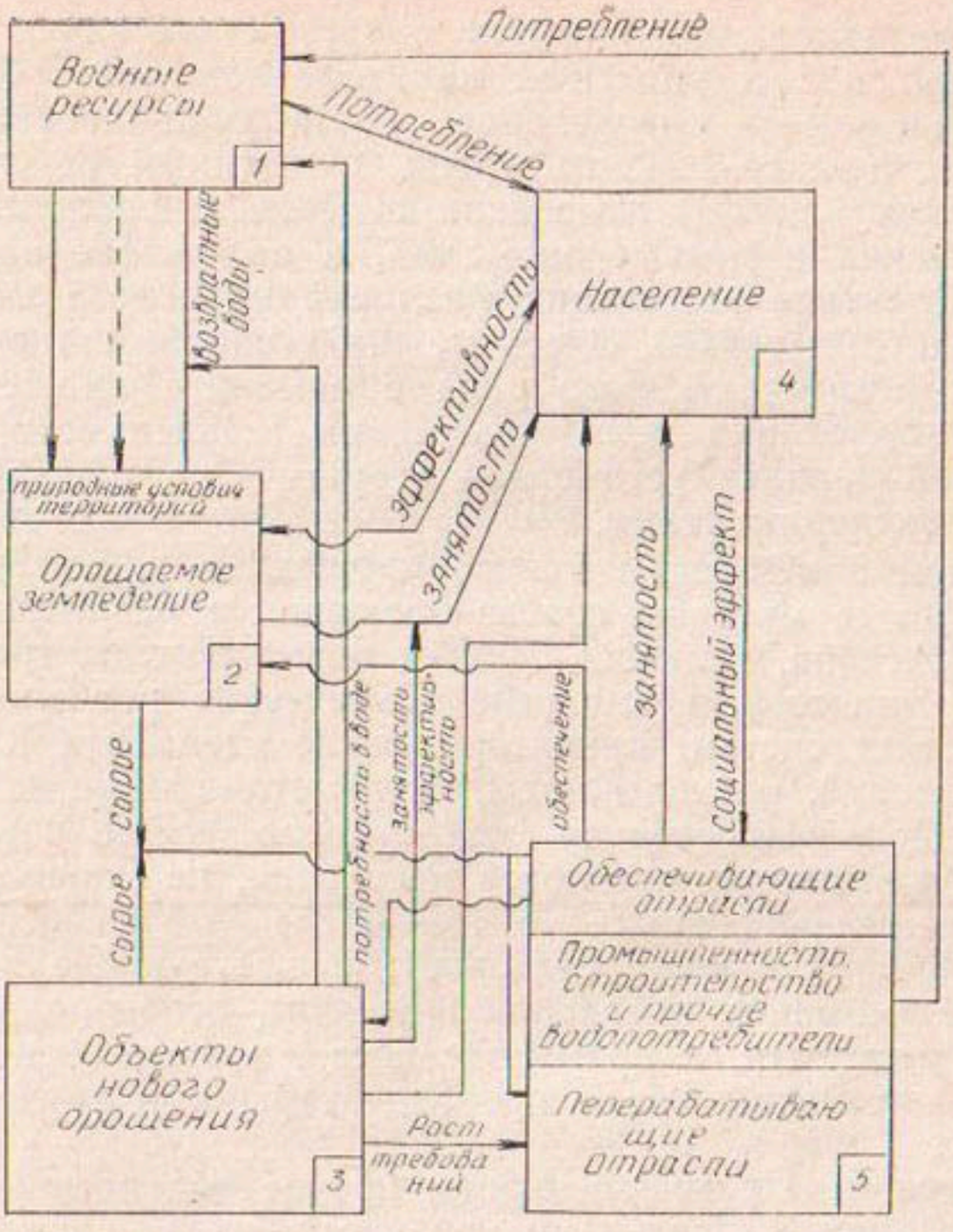


Рис. 4. Схема отраслевых связей при перспективном планировании в регионе.

других показателей следует учитывать ожидаемые изменения природных условий, а также длительные возможные отклонения от среднемноголетних рядов стока.

Блок 2 «Орошаемое земледелие» отражает существующее состояние сельского хозяйства и сложившиеся характеристики его орошаемого земледелия, структуру площадей, удельные показатели водопотребления, технический уровень, сложившийся рост урожайности и резервы повышения его эффективности. Все эти показатели, включая эффективность и потребные капиталовложения на реконструкцию оросительных систем и другие мероприятия организационного и агротехни-

ческого плана, оцениваются с учетом возможного изменения цен и удельных капиталовложений. Особое значение имеет определение роста урожайности, так как он должен выявить тренд, очищенный от скачкообразных влияний изменения водообеспеченности, климатических и других аномалий, и наложение на него в перспективе решающих факторов на основе выявления частных связей. Здесь можно воспользоваться анализом ретроспективного ряда с помощью множественной корреляции для получения зависимости, вид которой заранее установлен теоретически однофакторными экспериментами.

Блок 3 «Объекты нового орошения» характеризует возможные массивы нового орошения в различных зонах бассейна, включая бонитет новых земель, тренд их продуктивности, возможные технические решения оросительных систем, ориентировочные стоимости капиталовложений, расходы воды, эксплуатационные затраты.

Блок 4 «Население» дает статистическую информацию динамичных прогнозов населения, не управляемых в модели: рост всего, в том числе трудоспособного, населения (включая сельское); существующие тенденции в миграции населения вне зоны, особенно в сельской местности, в промышленность, в зону обслуживания; рассматриваются производительность труда, зарплата.

Блок 5 «Промышленность, прочие водопотребители» может быть разделен на три части: часть промышленности, поставляющая технику, удобрения, средства производства для орошаемого земледелия и создания основных фондов его (строительство, стройиндустрия, строительное машиностроение, промышленность стройматериалов и т. д.). Другая часть этого блока представляет из себя взаимосвязанную цепочку промышленности, перерабатывающей продукцию орошаемого земледелия, и ее производных. Третья часть представлена всеми отраслями, выступающими в роли чистых водопотребителей, не связанных с сельским хозяйством.

Рассмотрим возможности главного блока «Водные ресурсы».

Поверхностные водные ресурсы бассейна Аральского моря слагаются из стока рек Сырдарьи, Амударьи (включая реки бессточного бассейна Туркмении),

рек бассейна озера Иссык-Куль и бессточных рек Южного Казахстана: Чу, Талас, Асса.

Среднемноголетний суммарный сток рек бассейна Аральского моря составляет 126,9 км³, снижаясь в год при 90% обеспеченности до 98,1 км³, 95%—88,7 км³. На современном уровне объем зарегулированного речного стока достигает около 83 км³. В перспективе имеющиеся и строящиеся в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи водохранилища обеспечат забор гарантированного стока в объеме 104,7 км³. За вычетом обязательных санитарных пропусков и потерь на испарение с водной поверхности водохранилищ и каналов возможный для использования в народном хозяйстве сток определяется в 91,8 км³; в том числе по бассейнам рек: Амударьи—57,5, Сырдарьи—29,2, бессточным—5,1 км³. Из поверхностных ресурсов планируется использовать на орошение 86,2 км³, по бассейнам: Амударьи—54,5, Сырдарьи—26,7, бессточных рек—5,0 км³.

Современное безвозвратное использование стока и потери водных ресурсов в бассейне достигают 108—118 км³, из них 100—106 км³—на орошение 6,8 млн. га земель; то есть безвозвратное водопотребление превышает не только ресурсы стока года 90%-ной обеспеченности, но и величину ожидаемого зарегулированного гарантированного стока.

В связи с этим на современном уровне в отдельные периоды наблюдались значительные по глубине дефициты—в 1974, 1975, 1977, 1982 гг. Несмотря на относительную водность, за десятую пятилетку по р. Амударье было использовано 70 км³ из 79,5 км³ среднемноголетнего стока, т. е. 87,6%; водопотребление в бассейне Сырдарьи превысило ее ресурсы на 24%, что было возможно лишь в результате использования возвратных вод.

В вопросах вододеления и планирования водохозяйственных систем, а также при создании АСУБ немаловажное значение имеет оценка водных ресурсов по зонам их формирования и командования. В первую очередь необходима оценка их по стволу реки, находящемуся в зоне командования АСУБ и местных ресурсов стока, на базе которых орошаются земли в пределах балансовых контуров. В бассейне Аральского моря распределение стока по стволу реки и местные ресурсы составляют соответственно 77 и 23%. Доля местных

ресурсов в бассейне Сырдарьи, практически не связанных со стволом реки, наибольшая (31%), в бассейне Амударьи объем местных ресурсов в общем стоке реки несколько ниже (21%).

**Подземные воды.** Распределение подземных вод по территории крайне неравномерно. По данным С. Ш. Мираева, эксплуатационные ресурсы подземных вод в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи составляют 62,4 км$^3$, с учетом бессточных рек Южного Казахстана — 69,9 км$^3$, из которых в 46,4 км$^3$ содержание солей не превышает 1 г/л, а в 23,5 км$^3$ — 3 г/л.

Ресурсы подземных вод в Срединном регионе тесно связаны с поверхностными речными и ирригационными водами. По мнению С. Ш. Мирзаева, из объема эксплуатационных запасов подземных вод в перспективе без ущерба для поверхностного стока может быть использовано на орошение и другие нужды около 15,7 км$^3$. В настоящее время подземные воды идут в основном на питьевое водоснабжение, частично оазисное орошение и уменьшение дефицита водных ресурсов в маловодные годы. В Средней Азии и Южном Казахстане на эти цели в 1980 г. использовалось 6 км$^3$. В 1985 г. намечалось использовать 8 км$^3$ и в 1990 г. 10 км$^3$, но уже в 1982 г. использование подземных вод достигло практически уровня 1990 г. и составляло 9,9 км$^3$, в т. ч. более 2 км$^3$ откачивалось скважинами вертикального дренажа.

Дефицит запасов подземных вод, а в перспективе уменьшение их ресурсов при ограничении удельной водоподачи, сокращение поверхностного стока, связанное с нарастанием откачек подземных вод, предопределяют необходимость сохранения этих вод для хозяйственно-питьевых нужд.

Прямое использование пресных вод на орошение рекомендуется лишь в отдельных случаях в районах труднодоступных межгорных котловин, например Мирзаратской и Шахристанской, после тщательного технико-экономического обоснования. Там, где орошаемые земли обеспечиваются поверхностным стоком, использовать подземные воды желательно лишь в маловодные годы. При этом водоносные горизонты можно рассматривать как своего рода грунтовые водохранилища, воду из которых расходуют при необходимости и восполняют в многоводные годы.

Основной резерв расширения орошаемых земель за счет подземных вод—использование откачиваемых вертикальным дренажем вод, общий объем которых в районах его распространения достиг свыше 2 км$^3$/ год. Значительная часть этих вод используется и может быть использована для орошения самостоятельно или в смеси с оросительной водой.

**Возвратные воды.** Орошение земель сопровождается повышением инфильтрации влаги в почву и дополнительным питанием грунтовых вод. Последнее, в свою очередь, способствует возрастанию грунтового потока и формированию возвратных вод с орошаемого массива. Все это способствует созданию и увеличению возвратного стока.

Оценка объемов возвратных вод в условиях напряженных водохозяйственных балансов бассейнов рек Средней Азии приобретает важное практическое значение вследствие ряда причин. Главная из них—возможное повторное использование возвратных вод на орошение как дополнительного источника и влияние их на качество воды в реках. Возможность повторного использования возвратных вод может существенно повысить оросительную способность рек, что особенно важно в условиях острых водных дефицитов.

Не останавливаясь подробно на различных толкованиях возвратных вод и, соответственно, методах их расчетов, отметим, что наши оценки возвратных вод базируются на структурной модели, изложенной в работе [8], в которой возвратные воды слагаются из стока дренажных и сбросных вод, поступающих в водоприемники по дренажным сооружениям, и подруслового стока, выклинивающегося в гидрографическую сеть как в естественную дрену.

Величина коллекторно-дренажных вод определяется степенью и масштабом искусственной дренированности территорий, видом дренажа, КПД систем, мелиоративным режимом, а также характером поливной техники, качеством поливов и совершенствованием оросительных систем.

Резкое увеличение искусственно дренируемых земель Средней Азии привело к росту стока коллекторно-дренажных вод, величина которого на современном уровне составляет около 30% от водозабора. Из этого объема (в зависимости от водности года) около

1,5—2,0 км³ используется внутри систем (на местах формирования) на орошение. Остальная часть сбрасывается в основном в источники орошения и затем используется повторно в средних и нижних течениях рек. Широкое применение коллекторно-дренажных вод на местах формирования сдерживается качеством этих вод.

Минерализация дренажных вод изменяется на современном уровне в пределах 2—5 г/л. Использование таких вод без дополнительных мероприятий приводит к вторичному засолению земель и потерям урожая сельскохозяйственных культур. В перспективе вследствие снижения оросительных норм минерализация коллекторно-дренажных вод возрастает до 4—10 г/л.

Данные о состоянии и возможных путях использования собственных водных ресурсов в бассейне Аральского моря показывают, что главным и надежным источником развития орошения здесь являются поверхностные водные ресурсы, дефицит которых, однако, возрастает из года в год, и поэтому необходимы меры по их охране и более рациональному использованию.

Оценка существующего состояния блока «Орошаемое земледелие» должна исходить из того, что, несмотря на увеличение удельных стоимостей орошения земель, регион по-прежнему является наиболее эффективной зоной страны по получению прироста сельскохозяйственной продукции как по удельным капиталовложениям, так и по приведенным затратам на 1 рубль прироста продукции орошаемого земледелия, не уступая Северному Кавказу, Украине и другим регионам страны.

Существующие тенденции роста урожайности основных ведущих культур в регионе (рис. 5) показывают наличие потенциала нарастания валовой продукции, даже при сохранении выработанных здесь тенденций. Но при определенных целенаправленных мерах отдача существующего орошаемого земледелия может быть увеличена против этих трендов, исходя из анализа имеющихся отрицательных явлений и определенных резервов.

В первую очередь, общая площадь засоленных орошаемых земель в регионе с недостаточным или неустой-

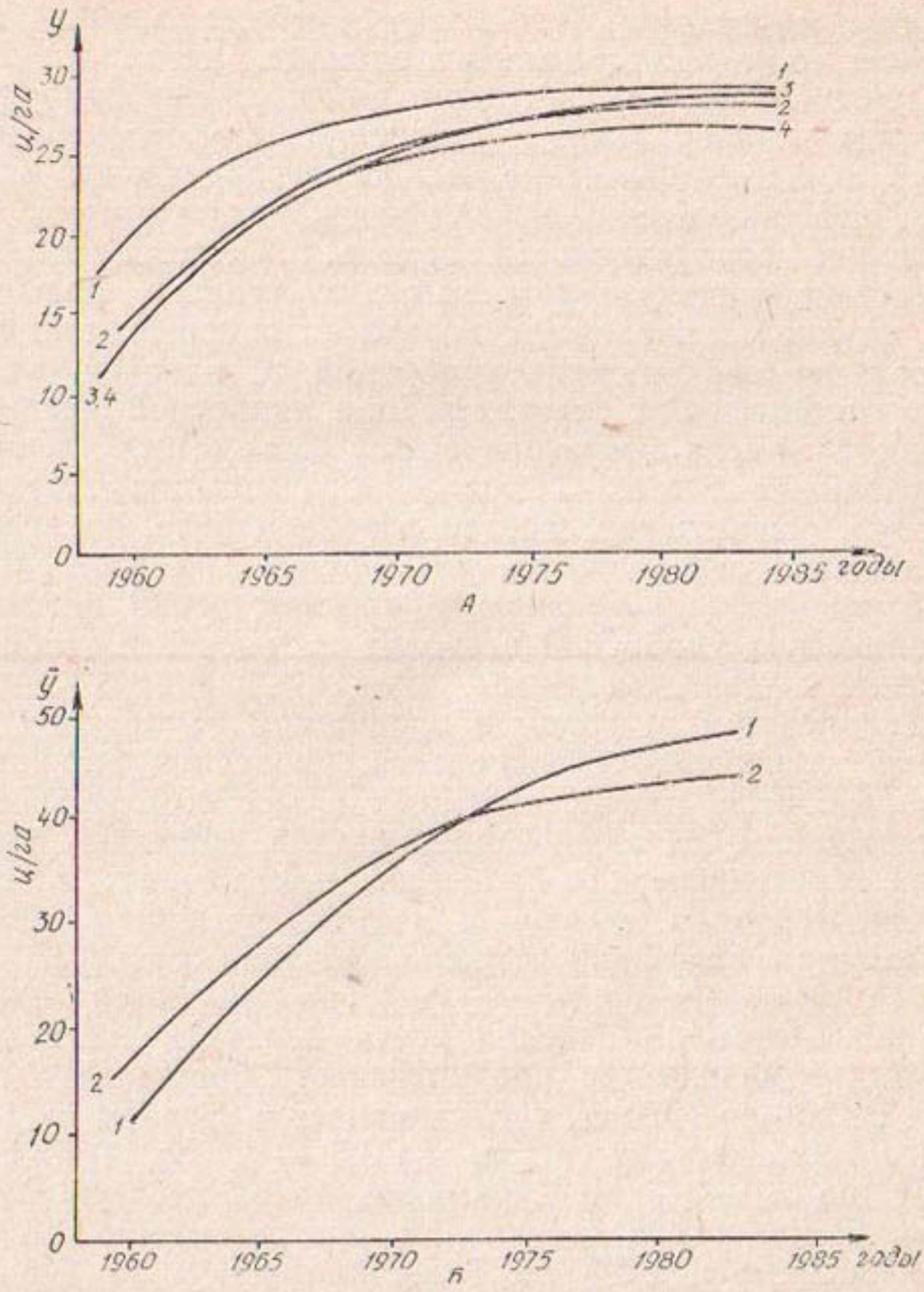


Рис. 5. Урожайность хлопчатника и риса в республиках Средней Азии и Южном Казахстане: *А* — урожайность хлопчатника, ц/га: *1* — Узбекистан; *2* — Таджикистан; *3* — Киргизия; *4* — Казахстан. *Б* — урожайность риса: 1 — Узбекистан; *2* — Казахстан.

чивым мелиоративным благополучием составляет около 1 млн. га, или почти 15% всех земель, с которых недополучается по продукции орошаемого земледелия около 350 млн. руб. в год. Надежное устойчивое дренирование поможет в течение 10—15 лет получить этот

недобор продукции, доведя коэффициент влияния засоления до величин, близких к единице.

Другим важным фактором является несбалансированность минеральных удобрений по соотношению N:P:K и их недовнесение, неудовлетворительное внедрение севооборотов и выявившиеся факты потери или снижения продуктивности земель. Происходит это вследствие монокультуры ведущих культур, применения крупной тяжелой почвообрабатывающей техники, недостатка органических удобрений и, наконец, увлечения промывными режимами при усиленной дренированности земель несовершенными системами дренажа в отдельных местах. Поэтому оптимизация состава культур, ограничение посевов хлопка и риса, внедрение повсеместно севооборотов, расширение на этой базе животноводства и увеличение соответственно внесения органических удобрений позволят повысить и стабилизировать плодородие земель.

Дальнейшим резервом в орошаемом земледелии является улучшение семеноводства, внедрения районированных сортов, приспособленных к местным условиям, в сочетании с детальной проработкой вопросов технологии агротехнических процессов, привязанных к определенным сортам культур и местным условиям. Этим повышается коэффициент использования культур.

Все вышеперечисленные факторы являются причиной некоторого замедления роста продуктивности орошаемых земель. Если продуктивность орошаемого гектара с 1960 до 1970 гг. увеличивалась в среднем на 18—22% по Узбекистану в год, на 3,5—4% по Таджикистану, на 2,5—3% по Туркмении, то за десятую пятилетку темпы роста составляли соответственно 1,6%— по Узбекистану, 1,2% по Таджикистану, а по Туркмении продуктивность земель даже снизилась по отношению к 1970 г. Здесь наряду с указанными выше причинами (истощение земель из-за слабого внедрения севооборотов, недостаточного применения органических удобрений, имеющихся тенденций к потере структуры даже таких плодородных почв, как сероземы) необходимо обратить внимание на неоптимальность мелиоративного режима ряда областей и зон региона. Из почв Бухарской, Хорезмской, Ташаузской и Чарджоуской областей ежегодно выносится до 60 т/га солей, а из почв Ферганской долины (включая три области Узбе-

кистана, Ошскую Киргизии и Ленинабадскую Таджикистана) до 40 т/га солей огромными промывными и поливными нормами. Из этого количества солей—около половины полезных солей кальция, составляющего основу плодородия и структуры южных почв. Прибавим к этому, что зарегулирование стока по сути прекратило или резко уменьшило поступление на поля с наносами питательных веществ и микроэлементов. Становится ясной необходимость принятия мер по сохранению, если не наращиванию, плодородия орошаемых почв. Если опять-таки не будет произведен переход на оптимальный мелиоративный режим с уменьшением выноса солей до 8—12 т/га, то недалек тот час, когда Средняя Азия может встать перед проблемой осолонцевания.

Влияние водообеспеченности и равномерности мелиоративного воздействия оросительной системы на орошаемые земли оценивается по предложенному нами показателю работоспособности оросительных систем. Его величина, колеблясь от 0 до 1, показывает, как проектные, строительные и эксплуатационные факторы влияют на степень обеспеченности и стабильности по площади и во времени главных требований, предъявляемых к оросительной системе орошаемым полем—увлажненности в пределах полевой влагоемкости почвы до предела нижней границы оптимального увлажнения и допустимой степени минерализации почв.

Главным фактором работоспособности при правильно запроектированных и построенных системах является состояние эксплуатации, обеспечивающей поддержание необходимых мелиоративных режимов и предотвращение нарастания потока отказов сооружений и конструктивных элементов системы путем правильно организованной системы ремонтов. Между тем уровень и состояние внутрихозяйственной эксплуатации резко отстает от межхозяйственной. Если удельные затраты на содержание систем на межхозяйственном уровне за 10 лет повсеместно возросли в среднем в 1,7—2,2 раза, то по внутрихозяйственной сети практически остались на прежнем уровне и по абсолютной величине в 2—3,5 раза ниже межхозяйственных. Хотя удельная протяженность межхозяйственной сети в среднем в 5 раз меньше внутрихозяйственной, на обслуживании межхозяйственной сети занято 5—7 человек на каждые 1000

га, а внутрихозяйственной — 1,5—2 человека. На межхозяйственной сети оснащено водомерными устройствами 70—90% сооружений, на внутрихозяйственной менее 6%. Такая тенденция сохраняется и на будущее. Оснащение межхозяйственными мелиоративными фондами по Ферганской области, например, за десятую пятилетку увеличилось с 573 до 781 руб./га, или на 36%, а внутрихозяйственными—лишь со 162 до 179 руб /га, или на 11,1%. В результате такой диспропорции между обеими ступенями оросительных систем отклонение от водоподачи на межхозяйственном уровне не превышает 10—22% от плановых и лимитных заданий, а по внутрихозяйственной достигает 50% и более. Это положение усугубляется то огромным количеством срывов в производстве ремонтных работ по внутрихозяйственной сети, то отсутствием лимитов у заказчика (МСХ республик), то ограниченностью плана подрядных работ, ресурсов и мероприятий у подрядчиков (МВХ республик). По сути большей частью провозглашенный перевод на техническое обслуживание внутрихозяйственной сети остался на бумаге. В связи с этим принятое октябрьским (1984 г.) Пленумом ЦК КПСС решение о передаче внутрихозяйственной сети на баланс водохозяйственных организаций должно резко улучшить состояние эксплуатации и поднять работоспособность внутрихозяйственной части оросительных систем.

Интенсификация орошаемого земледелия может и должна сопровождаться дальнейшим расширением новых орошаемых земель за счет использования свободных водных ресурсов и одновременно высвобождаемых в результате переустройства староорошаемых систем.

Главным средством высокой эффективности здесь является соблюдение разработанной учеными и проектировщиками системы освоения новых земель, включающей комплексное строительство новых хозяйств, осуществление всего объема мелиоративных и культурно-технических работ, включая промывки, окультуривание, посев культур-освоителей, введение севооборота и т. д. Наблюдающееся снижение эффективности нового освоения в последние годы обусловливается недопустимыми отклонениями от этих положений.

Несмотря на очевидную необходимость ввода орошаемых земель в полном соответствии с техническими

требованиями экономного расходования воды, продолжает иметь место ввод по «урезанным проектам», рассчитаным лишь на планировку, подачу и отвод воды, с огромными недоделками. В настоящее время только около 50% земель в Узбекистане, менее 30% в Туркмении и Казахстане вводятся с антифильтрационными мероприятиями, дренажем, техникой полива. Несколько благоприятнее дело обстоит в Таджикистане и Киргизии. Совершенно недопустимым является то, что даже Главсредазирсовхозстрой в Каршинской степи, на юге Каракалпакии, в Бухаре вводил земли с резкими отклонениями от комплексного проекта. В результате этого на указанных массивах при исключительно благоприятных природных условиях продуктивность и земель, и воды оказалась ниже, чем в новой зоне Голодной степи, и соответственно ниже оказалась и окупаемость капиталовложений.

На октябрьском (1984 г.) Пленуме ЦК КПСС были резко осуждены указанные тенденции и погоня за сиюминутным успехом в ущерб долговременному эффекту от мелиорации. Наряду с борьбой с этими негативными явлениями в целях повышения отдачи от освоения новых массивов орошения необходимо усилить внимание к выбору массивов орошения по исходной продуктивности, определению наиболее правильной структуры и направленности севооборотов и ведущей культуры орошаемого земледелия, обеспечивающей максимальное приближение для данных условий реальной продуктивности земель к потенциальной; снижению удельной капиталоемкости, оптимизации сочетания различных элементов комплекса работ по новому орошению и т. д.

Увеличение общего объема орошаемого земледелия путем интенсификации и развития нового орошения непосредственно взаимосвязано с блоком «Население» как по обеспечению занятости, так и по удовлетворению потребностей в продуктах питания и в социальном уровне. В то же время сами показатели этого блока, особенно в части трудовых ресурсов, их временного и пространственного распространения и изменения, являются определяющим для других блоков в части требований к водным ресурсам, рабочим местам, сельскохозяйственному производству.

Если рассмотреть влияние блока «Население» как

отправной базы для дальнейшего развития других блоков, можно исходить из предпосылки условно детерминированного тренда роста населения.

Детальное выявление взаимовлияний на темпы роста населения в зависимости от миграции вне региона, увеличение городского населения, повышение уровня жизни, видимо, может изменить в ту или иную сторону эти трендовые расчеты (рис.6).

Фактором, уменьшающим абсолютный прирост численности населения, является планомерное отселение части жителей в дефицитные по трудовым ресурсам зоны страны (Сибирь, Дальний Восток и т. д.). Однако миграционная способность местного населения крайне незначительна. Опыт освоения среднеазиатскими организациями Нечерноземья показывает, что местное население более склонно к вахтовому методу организации строительства или к временному переселению в осваиваемые вдали от родных мест районы, чем к постоянному переезду из Средней Азии.

Более может повлиять на уменьшение темпов роста населения сверх установленных трендов повышение жизненного уровня населения, в частности, улучшение снабжения товарами народного потребления, продуктами питания и сферы обслуживания. Однако это повышение само по себе зависит от увеличения производства продовольствия и промышленных товаров.

Учитывая, что аппарат воспроизводства реагирует несколько сглаженно на рост жизненного уровня, а обеспечение всеми необходимыми продуктами в пределах медицинской нормы наступит после перераспределения стока, видимо, в перспективе темпы роста численности населения резко уменьшатся.

Рост населения вызывает повышение требований на воду, исходя из нужд коммунального хозяйства, роста промышленности, включая энергетику, а также сельского хозяйства, в первую очередь для осуществления Продовольственной программы.

Особо следует подчеркнуть, что обеспечение населения продуктами питания по определенной структуре вызывает необходимость пересмотра размещения на перспективных землях, увеличивая крен в сторону производства фруктов, овощей, особенно кормов как базы развития животноводства. Здесь удовлетворение собственных потребностей в этих продуктах будет способст-

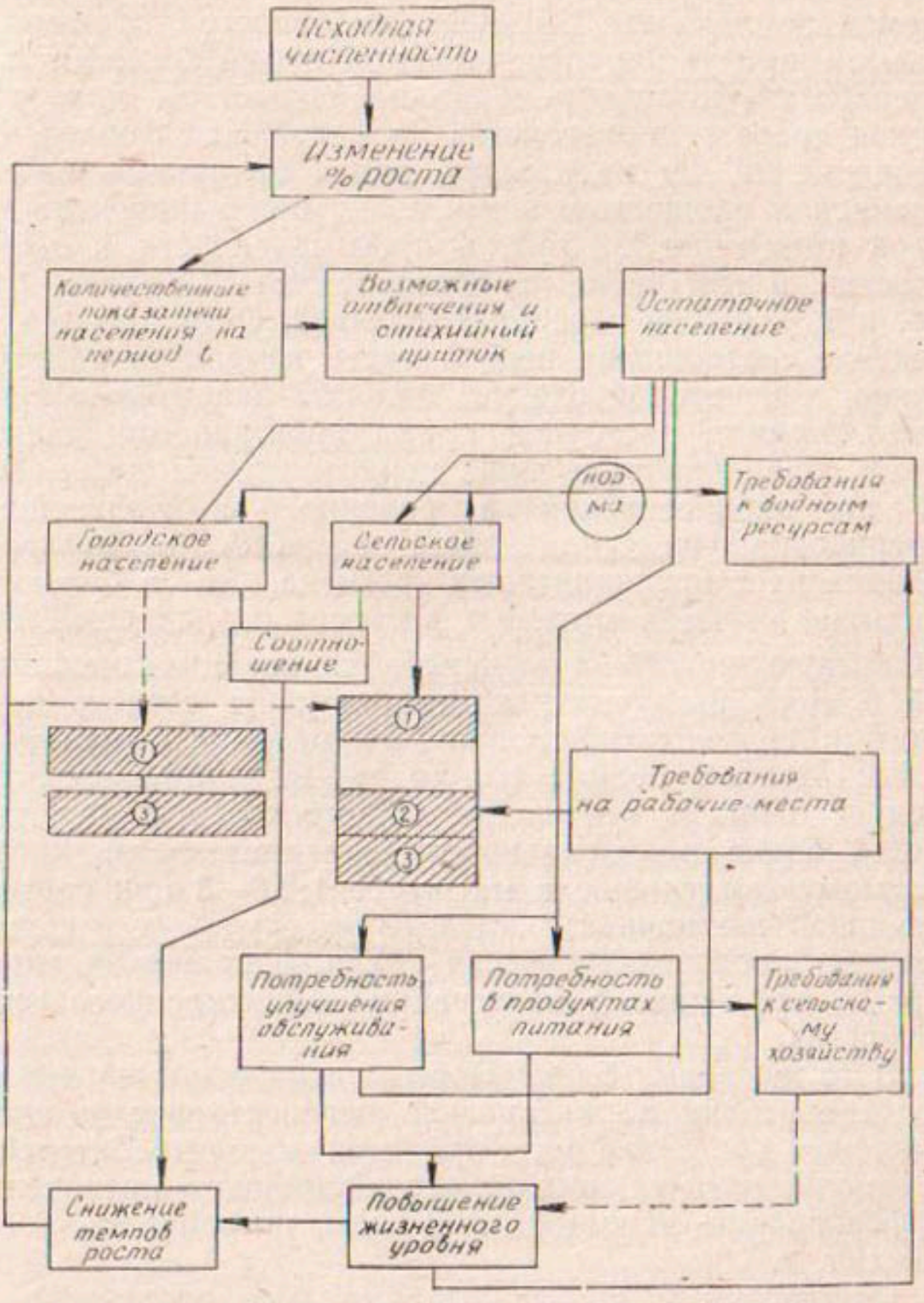


Рис. 6. Схема связей блока «Население»: *1* — промышленность; *2* — сельское хозяйство, *3* — сфера обслуживания.

вовать более рациональному использованию и земельных ресурсов, и водных.

Последний блок «Промышленность и прочие водопотребители» связан в первую очередь с блоками «Орошаемое земледелие» и «Объекты нового орошения» объемом продукции, передаваемой этими блоками для переработки, и одновременно производством для этих блоков средств производства и основных фондов. За последние 20 лет на каждый рубль продукции, произведенной в орошаемом земледелии, приходилось по валовой продукции 2,3 руб. в промышленности и строительства, в том числе в обеспечивающей части—0,93 руб. и 1,37 руб. в перерабатывающей. Очевидно, в перспективе соотношение первой части изменится незначительно, а во второй следует ожидать значительных перемен. Если в настоящее время производство хлопка-сырца ограничивается лишь первым этапом переработки на хлопкозаводах в волокно, а дальнейшая переработка в текстиль лишь на 14% в пределах региона идет предприятиями региона, то в будущем, учитывая избыток трудовых ресурсов и электроэнергии, небольшую потребность перерабатывающих предприятий в воде, предусматривается углубить степень переработки сельскохозяйственной продукции именно в самом регионе, подняв его до 50—60%. За счет этого следует ожидать повышение общего соотношения двух частей блока промышленности и строительства к орошаемому земледелию в масштабе 1:2,8—3 при соответствующей возможности вовлечения трудовых ресурсов, подъема производительности труда, сокращения издержек и эффективной интеграции общественного производства.

В то же время блок «Промышленность и прочие водопотребители» характеризует перспективное и существующее состояние развития всех водопотребителей и водопользователей несельскохозяйственного назначения, эффективность использования воды; потребность в людях и т. д.

Основными водопотребителями (без орошения) являются отдельные отрасли промышленности, коммунальное хозяйство и теплоэнергетика. За прошедшие 20 лет удельные показатели претерпели здесь серьезные изменения (табл. 6).

Несельскохозяйственное водопотребление в Средней

Таблица 6

**Динамика основных показателей водопотребления народного хозяйства по Узбекистану**

| Показатель | Годы | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1960 | 1970 | 1975 | 1980 | 1983 |
| Удельное потребление в коммунальном хозяйстве, л/сут чел. | 190 | 287 | 470 | 56 | 549 |
| То же в промышленности, $м^3$/руб. | 0,21 | 0.14 | 0,12 | 0,10 | 0,10 |
| То же в энергетике, $м^3$/квт-ч | 0,03 | 0,05 | 0,042 | 0,03 | 0,03 |
| Выработка электроэнергии на человека, тыс. квт.-ч | 0,80 | 2,21 | 3,04 | 3,18 | 3,21 |
| Потребление в промхозкомбыте без энергетики на 1 человека, $м^3$/год с учетом энергетики | 49<br>92 | 67<br>113 | 72<br>143 | 73<br>162 | 74<br>161 |

Азии подчинено общим тенденциям: удельное водопотребление на 1 человека в коммунальном хозяйстве в среднем в 1,5—2 раза выше, чем по стране (соответственно 470, ...561 л/сут на человека против 337), однако, по данным Академии коммунального хозяйства, оно ниже расчетного—650—670 л/сут на человека. Величина общего водопотребления промышленности, хозяйственных и коммунально-бытовых нужд относительно невелика и составляет 6% от водопотребления и водозабора на эти цели в СССР, хотя по количеству населения, проживающего в этой зоне страны, эта цифра должна была бы быть в 1,5—2 раза выше.

Вся вода промышленности и коммунального хозяйства отводится в источники последующего орошения, при этом очистка составляет около 80%. Преобладает биологическая очистка. Процент оборота промышленности различен: от 65%—в УзССР до 15,1% в Туркмении,и в целом по коммунально-промышленному водоотведению колеблется (табл. 7) от 45,4% в УзССР до 9,8% в Таджикистане.

Безвозвратное водопотребление в этой зоне, бесспорно, должно быть большим, чем по стране, из-за высокой аридности климата, затрат на полив городских насаждений, и оно колеблется от 15,5% по Казахстану

Таблица 7

**Промышленно-коммунальное водоснабжение в стране, в частности в Средней Азии и Казахстане**

| Республика (зона) | Водопотребление, км³/год | | | | Безвозвратное на 1 человека м³/год | Оборотное водоснабжение, % | Безвозвратное водоснабжение, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | в т. ч. чистой воды | в т. ч. оборотной | в т. ч. безвозвратной | | | |
| СССР в т. ч. | 181 | 62,4 | 118,6 | 15,3 | 55 | 65,2 | 8,45 |
| Средняя Азия | 5,7 | 3,56 | 2,14 | 1,76 | 73 | 37,5 | 30,8 |
| Узбекистан | 4,4 | 2,40 | 2,0 | 1,10 | 57 | 45,4 | 25,0 |
| Таджикистан | 0,51 | 0,46 | 0,05 | 0,23 | 57 | 9,8 | 45,7 |
| Туркменистан | 0,79 | 0,70 | 0,09 | 0,43 | 148 | 11,4 | 54,4 |
| Казахстан | 6,65 | 3,81 | 2,84 | 1,03 | 68 | 42,1 | 15,5 |
| Киргизия | 0,47 | 0,35 | 0,12 | 0,10 | 28 | 26,5 | 21,2 |

до 54,4% в Туркмении. Фактическое безвозвратное водопотребление на 1 человека составляет 57 м³ в год в Узбекистане и 73 м³ в целом по зоне, с максимумом в Туркмении—148 м³/год.

По расчету в аридной зоне безвозвратное водопотребление на 1 чел. должно составить в коммунальном хозяйстве 50 л/сут, или около 18 м³/год, и 15—20 м³/год в промышленности. Отсюда небольшая возможность экономии безвозвратного водопотребления в этой зоне, хотя, бесспорно, следует увеличить оборотное водоснабжение и использование замкнутых циклов, в первую очередь в Туркмении и Казахстане. Удвоение населения в Средней Азии и необходимость развития таких водоемких отраслей, как химия и теплоэнергетика, приведут к увеличению безвозвратного водопотребления в 2—2,5 раза. К тому же в ряде республик в перспективе резко увеличится удельное водопотребление в связи с повышением жизненного уровня (особенно в Киргизии).

В дальнейшем удельное водопотребление в коммунальном хозяйстве еще несколько увеличится, в промышленности—уменьшится на 10—15%, в энергетике—сохранится на одном уровне до нового этапа возврата к гидроэнергетике и развития атомной гидроэнергетики (см. табл. 6).

В результате, как показывают расчеты, основанные на динамике составляющих показателей, суммарное удельное безвозвратное водопотребление на человека уменьшится со 162 м³ на человека в год в 1980 г. до 150 м³.

Резкое уменьшение безвозвратного водопотребления предполагается за счет широкого повышения оборотного водоснабжения в промышленности Средней Азии до 75% против 37% в настоящее время.

Интенсивный рост численности населения в Средней Азии является важной предпосылкой необходимости развития орошаемого земледелия с позиций обеспечения населения продуктами питания на собственном производстве.

В структуре посевных площадей главное место занимает хлопчатник. Особо велик его удельный вес в Узбекистане, по данным официального статистического учета, 1877,7 тыс. га, или 55% общей площади орошаемых земель и 63% площади орошаемой пашни. Фактически за счет уменьшения кормовых культур, зерна, посевов в междурядьях, садов и сверхплановых посевов удельный вес хлопка еще более высок, особенно в Сырдарьинской, Джизакской, Кашкадарьинской и других областях.

Расчеты САНИИРИ показывают, что для обеспечения населения продуктами питания в Узбекистане необходимо увеличить площади орошаемых земель к 2000 г. до 5,5 млн. га. В этом случае использование 3,5 млн. га под кормовые и продовольственные культуры позволит увеличить пашню, занятую в продовольственном клине до 0,12 га на человека, что даст возможность не только обеспечить продуктами питания республику, но и определенное количество продуктов (овощей, фруктов, винограда) поставлять в общегосударственный фонд.

Важный вопрос при этом — до какого уровня развивать объем производства хлопчатника. Если исходить из потребности, установленной Госпланом СССР на перспективу в 3,5—4,0 млн. т волокна с учетом потребного экспорта, то при повышении выхода волокна до 33—35% (уровень 1970 г.) такой объем волокна может быть получен при сборе 10,6 — 11,43 млн. т хлопка-сырца в год на площади 3,5 млн. га по стране, в том числе 2 млн. га по Узбекистану при достижении средней урожайности 30 — 32 ц/га.

Главная задача при этом — резко повысить качество волокна и выход его. В настоящее время выход волокна не только уменьшился в среднем до 5%, но и ухудшилось соотношение сортов. Для исправления указанного положения уже намечен ряд организационных, агротехнических и других мер: перевод хозяйств на

окончательные расчеты за волокно; перевод хлопкоочистительной промышленности в подчинение Минсельхозов республик; значительные усилия по улучшению семеноводства хлопчатника, в том числе переход на внедрение новых вилтоустойчивых сортов АН Узбекистана (Ак-алтын и др.) Одновременно значительное место должно быть уделено внедрению севооборота. В настоящее время из-за недостаточных посевов трав севооборот внедрен в Узбекистане лишь на 30% площади против потребных 1 млн. га. Особо тяжелое положение складывается в Ферганской долине, в Самаркандской, Бухарской областях и КК АССР, где необходимо на 10 — 15% снизить хлопковость посевов. С этой целью намечается перевод около 350 тыс. га в XII пятилетке на новые земли в новые массивы, освобождающиеся площади использовать под посев кормовых культур. Широкое внедрение севооборота будет способствовать снижению заболевания вилтом, одновременно резкому улучшению сортности и повышению выхода волокна. Все эти меры создают условия для решения продовольственной проблемы региона и республики.

Демографический потенциал региона, особенно его сельскохозяйственной части, имея в виду увеличение численности трудоспособного населения сельской местности в перспективе, также заставляет серьезно задуматься над его использованием. Дело в том, что уже сейчас в значительной части областей и районов Средней Азии нагрузки на одного человека в растениеводстве составляют 1—2 га (Андижанская, Ферганская, Сырдарьинская, Наманганская, Ошская, Ташкентская области). В то же время во многих хозяйствах уже достигнуты нагрузки в 6,5 — 8 га на человека в хлопководстве, 10 — 12 га — в растениеводстве. Таким образом, в настоящее время работоспособное сельское население в определенной степени недогружено. Без дополнительного развития орошения, для того чтобы поглотить эти излишки трудоспособного сельского населения, надо затратить в промышленности более 30 млрд. руб. для создания новых рабочих мест. В то же время развитие и дальнейшее наращивание объема орошаемого земледелия, углубление переработки его продукции, особенно в сельской местности, путем создания филиалов предприятий пищевой, легкой и местной промышленности даст возможность поглотить

эти излишки трудового населения с пользой для народного хозяйства не только региона, но и всей страны, так как повысится степень переработки и готовности продукции АПК, одновременно сократятся транспортные расходы на перевозку сырья и полуфабрикатов.

Не останавливаясь подробно на этих вопросах, отметим лишь, что ГЭК Госплана СССР рассмотрел специально ряд возможных альтернатив получения сельскохозяйственной продукции, ожидаемой от принятых мер, как-то: усиление внесения удобрений, развитие микробиопрома, усиление культуртехники, получение прироста продукции за счет реконструкции оросительных систем. Повышение доз внесения удобрений даст высокую отдачу лишь на орошаемых и достаточно мелиорируемых землях. При средней же неудовлетворительной водообеспеченности немелиорированных земель повышение доз удобрений до 310 кг/га приводит к увеличению урожайности зерновых (рис.7) на опытных

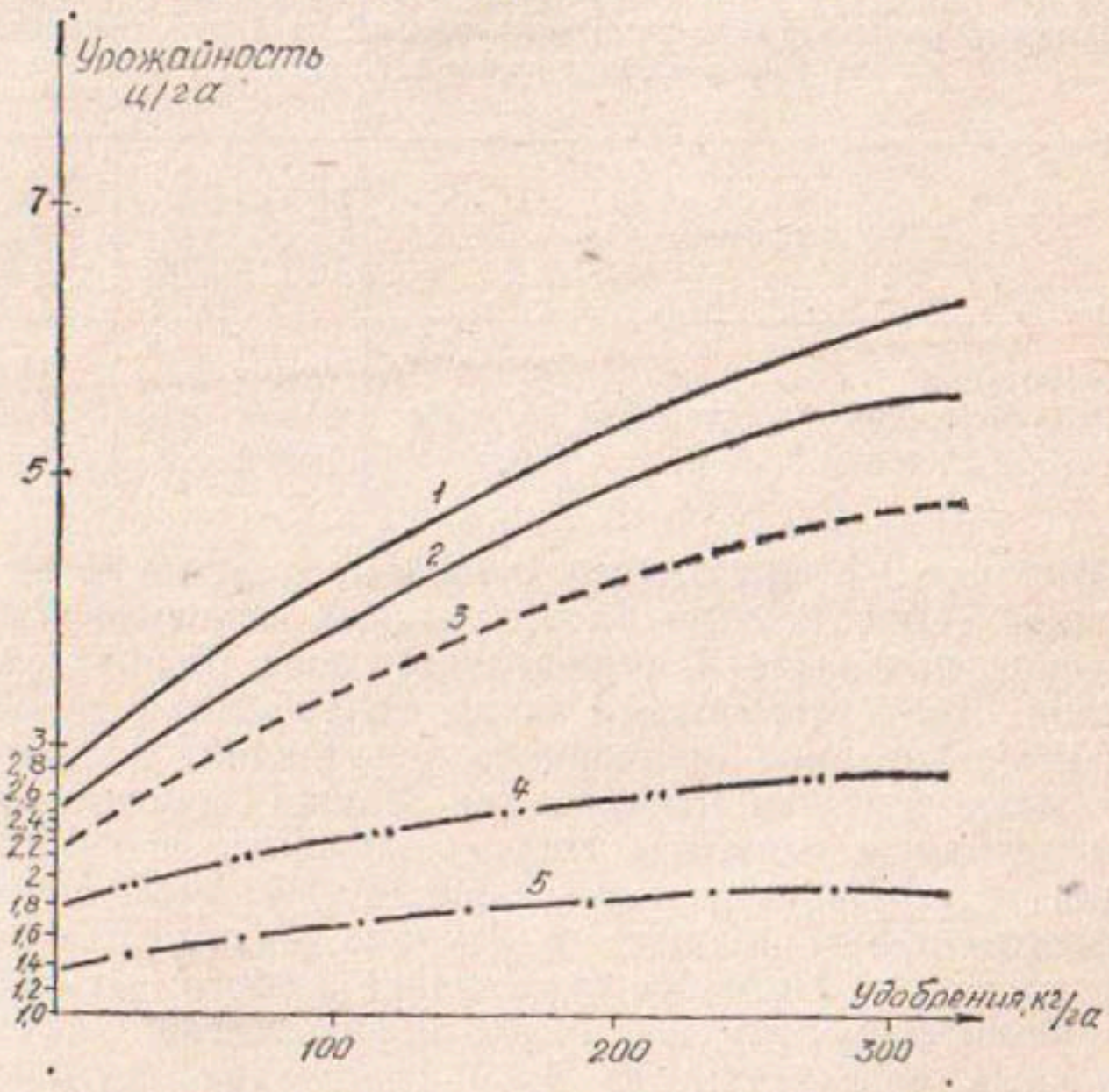


Рис. 7. Изменения урожайности озимой пшеницы в зависимости от водообеспеченности и затрат удобрений: 1—80% ППВ; 2—70% ППВ; 3— влага +60% ППВ; 4— влагозарядка; 5— без полива.

участках в среднем на 6 ц/га. Фактически возросшее применение удобрений на немелиорированных землях в среднем в 1,5—2 раза по многим производственным регионам не привело к увеличению валовой продукции. При стоимости 1 т удобрений 1000 руб. на прирост 1 руб. продукции здесь затрачивается 10,6 руб. удельных капвложений. По микробиологической промышленности в связи с наличием ряда нерешенных вопросов невозможно считать развитие ее альтернативой переброске стока. По другим предложенным альтернативам приводим данные.

Приведенные в табл. 8 сопоставления свидетельствуют о безусловной необходимости вовлечения богатейшего почвенного потенциала Средней Азии, Южного Казахстана в сельскохозяйственный оборот.

Таблица 8

**Относительные затраты капиталовложений на 1 руб. прироста продукции в ценах 1973 г.**

| Вид мероприятия | Капиталовложения на руб/га | Прирост продукции руб. | Удельная капиталоемкость, руб. |
|---|---|---|---|
| Химизация | 310 | 29,3 | 10,6 |
| Реконструкция оросительной системы | 3465 | 310 | 11,17 |
| Культуртехника | 480 | 66 | 7,27 |

Высокая эффективность орошаемого земледелия в Средней Азии, помимо благоприятных почвенно-климатических показателей, определяется еще рядом других причин. Здесь отработаны более совершенная технология и механизация орошаемого земледелия. Созданные для этого средства механизации также представляют общенародную ценность. Нельзя забывать, что организация и успешное ведение орошаемого земледелия — многофакторный процесс в системе взаимоувязанных мер и средств. Неточное выполнение любого из них в состоянии нарушить весь ход производства, снизить конечные результаты. В этом отношении орошаемое земледелие в республиках Средней Азии и Казахстане также обладает как давним, так и современным опытом.

Земледелие организационно функционирует здесь на базе крупных хозяйств, основанных только на применении орошения, что обусловливает наилучшее использование продуктивности земель и резкое повышение производительности труда. В сухостепной зоне хозяйства имеют обычно два сектора: орошаемый и богарный. В этой зоне материальные средства, механизмы, удобрения зачастую распыляются, что не позволяет в полной мере использовать потенциал орошаемых земель. Имеет значение здесь и недостаток опыта эксплуатации оросительных систем, бережного использования воды, что выгодно отличает земледелие Средней Азии.

Нельзя не учитывать еще одно обстоятельство. В Средней Азии имеется избыток не только трудоспособного населения в целом, но и кадров — специалистов сельского хозяйства, орошаемого земледелия.

Таким образом, в региональном и народнохозяйственном масштабах имеются весомые социально-экономические предпосылки широкого дальнейшего развития мелиорации и решения проблемы водообеспеченности Среднеазиатского региона.

# ГЛАВА III

## НТП В МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕГИОНА

Ленинские идеи комплексного рассмотрения прогнозов экономики и научно-технического прогресса в увязке с изменением внешних (экзогенных) факторов получили широкое развитие в трудах известных советских экономистов и прогнозистов А. Г. Аганбегяна и его сотрудников, В. М. Глушкова, Г. С. Поспелова и др. Руководствуясь этими положениями, выше рассмотрены задачи мелиорации и водного хозяйства в Средней Азии исходя из социально-экономических особенностей перспективы развития региона, складывающихся тенденций и внешних связей в их динамике. Задача состоит теперь в уточнении внутренних особенностей, путей и возможностей НТП в отрасли и одновременно. в установлении изменения показателей эффективности и затрат под влиянием этого, так как недоучет динамики во времени указанных показателей приводит к искажению в определенной степени конечных разультатов прогноза (К. К. Вальбух, 1981 г.).

Анализ состояния и тенденций современного развития мелиорации и водного хозяйства в бассейне Аральского моря убедительно доказывает, что главным направлением НТП здесь должно стать внедрение водосберегающих технологий. В последние 20 лет опережающие работы по формированию водных ресурсов создали ориентацию на постоянное гарантированное, иногда даже избыточное водоснабжение всех отраслей народного хозяйства, включая орошаемое земледелие. Недостаточное внимание уделялось совершенствованию системы водопользования, необходимости повсеместного перехода на водосберегающие технологии, имея в виду получение продукции при минимальных затратах воды. Именно поэтому широкое внедрение НТП в отрасли идет с очень большим отставанием от разработ-

ки и опытного применения. Так, совершенные оросительные системы в Узбекистане начали применяться в 1961—1965 гг., но до сего времени — через 20 лет — созданы на площади не более 30% орошаемых земель. Между тем такие системы, обеспечивающие экономное расходование воды, не могут быть созданы в резолюционном порядке за короткий промежуток времени — в течение даже пятилетия. Применение водосберегающей технологии на огромных территориях требует больших капиталовложений и значительных усилий, действенность которых проявится не сегодня, а через 10—15 лет, однако без этого дальнейшее развитие орошения становится немыслимым. Внедрение экономных систем водопользования и соответствующих технических средств должно идти как по пути строительства новых оросительных систем, водохозяйственных сооружений и предприятий, так и по линии реконструкции ранее существовавших, что в условиях действующего хозяйственного механизма довольно сложно. Поэтому необходимо глубокое сознание того, что никакая погоня за сиюминутным эффектом не может заменить постоянной централизованной работы над повсеместным снижением удельных затрат воды во всех отраслях народного хозяйства. Расчеты, проведенные в САНИИРИ, показали, что если существующие тенденции в водопользовании будут сохраняться, то к 1995 г. в республиках Средней Азии в целом возможно снижение национального дохода по сравнению с возможным. Дальнейшее уменьшение водообеспеченности при увеличенных объемах водопотребления приведет к перманентному снижению продуктивности воды и земли. Именно с этой точки зрения необходимо рассматривать попытки ввода земель, не соответствующих современному критериальному уровню оросительных систем.

Резкое нарастание дефицита воды в связи с наступившим периодом маловодья, моральная и техническая массовая неподготовленность к переходу на режим экономного расходования воды привели к значительному ущербу и государственным затратам, связанным с маловодьем. Поэтому одна из главных задач, стоящих не только перед водохозяйственными и сельскохозяйственными, но и перед советскими и партийными органами во всех среднеазиатских республиках, — целеустремленное осуществление долговременных мер по по-

стоянному снижению удельных затрат воды не на единицу площади, а на единицу продукции. Упоминавшиеся выше региональные отличия в этом показателе, бесспорно, связаны не только с природными, но и со сложившимися мелиоративными особенностями систем, которые определяют в основном выбор объектов первоочередной реконструкции систем.

Осуществляемое ныне по трем показателям (повышение водообеспеченности, мелиоративное улучшение, капитальная планировка) совершенствование систем способствует в некоторой степени подъему продуктивности земель, но создает возможность бросовых работ, многократных повторных реконструкций на одних и тех же землях, а главное — не способствует внедрению водосберегающих технологий. Ежегодно расходуемое большое количество средств на эти цели (в целом по региону более 360 млн. руб. в год), в части сокращения удельных расходов воды не дало достаточной отдачи. Так, в Узбекистане за период 1971 — 1980 гг. мелиоративно улучшено 973,9 тыс. га, а площадь мелиоративно неблагополучных земель за тот же период уменьшилась лишь с 1374,7 тыс. га до 1101,1 тыс. га, или на 273 тыс. га.

Такой подход к осуществлению переустройства, невнимание к широкому внедрению рациональной системы водопотребления и водопользования затрудняют решение экономических и социальных задач региона.

Предельные собственные ресурсы поверхностных и подземных вод в условиях полного зарегулирования стока составляют 116 км$^3$. Безвозвратное водопотребление на орошение при сохранении существующих темпов снижения удельных расходов воды может уменьшиться к концу века с 12,5—13,0 тыс. м$^3$/га в настоящее время до 10,6 тыс. м$^3$/га. При этом лишь к 2010 г. целиком исчерпываются возможности доведения технического уровня систем до современных инженерных решений — КПД систем 0,78÷0,82; мелиоративный оптимальный режим с соотношением реального водопотребления к потенциальному в 0,65÷0,7. Чтобы достичь требуемого увеличения сельскохозяйственного производства к 1990 г. в 3,5 раза при таких тенденциях и росте населения, промышленности региону понадобится почти двойной объем воды к нынешнему уровню. Положение может оказаться более тяжелым из-за нарастания некоторых отрицательных тенденций, имею-

щих место в регионе. Это намечающееся ухудшение экологической обстановки под влиянием интенсивного вымыва из почвы наряду с вредными солями и полезных. С увеличением соленакопления в отдельных частях бассейнов рек и прогрессированием отрицательных явлений, вызванных накоплением пестицидов и гербицидов в почве и водоемах, снижается плодородие почв.

Постоянное возрастание сложности оросительных систем пока не сопровождается соответствующим организационным и техническим совершенствованием службы эксплуатации. Поэтому износ этих систем и накопление отказов может прогрессировать настолько бурными темпами, что не исключает возможности резкого снижения эффективности отдачи орошаемых земель. Здесь следует срочно найти организационные и новые технические формы эксплуатации оросительных систем, на которые указано решением октябрьского (1984 г.) Пленума ЦК КПСС. Все эти особенности следует учитывать при подходах к перспективе НТП в Среднеазиатском регионе.

Чтобы стабилизировать суммарный водозабор в далекой перспективе на одном уровне, имея в виду, что темпы его абсолютного роста будут соответствовать темпам снижения удельного потребления, задачей НТП является установление путей решения двух сторон отраслевой проблемы — увеличения объема располагаемых водных ресурсов и одновременно максимального повышения продуктивности орошаемого земледелия на единицу затрат воды. Именно исходя из этого и построена целевая программа НТП в водном хозяйстве и мелиорации в регионе, схема которой приводится на рис. 8.

Целевая программа рассматривает возможные пути решения этих составляющих, в первую очередь — это использование созданного научно-технического потенциала и апробированных инженерных решений путем их широкого распространения и тиражирования. Другой путь — это развитие тех прикладных исследований, где уже получены соответствующие заделы и в ближайшие годы усилением и концентрацией научных исследований, конструирования и внедрения можно резко ускорить достижение намеченных рубежей НТП. Наконец, третья возможность — это, опираясь на результаты фундаментальных исследований, получить какие-то

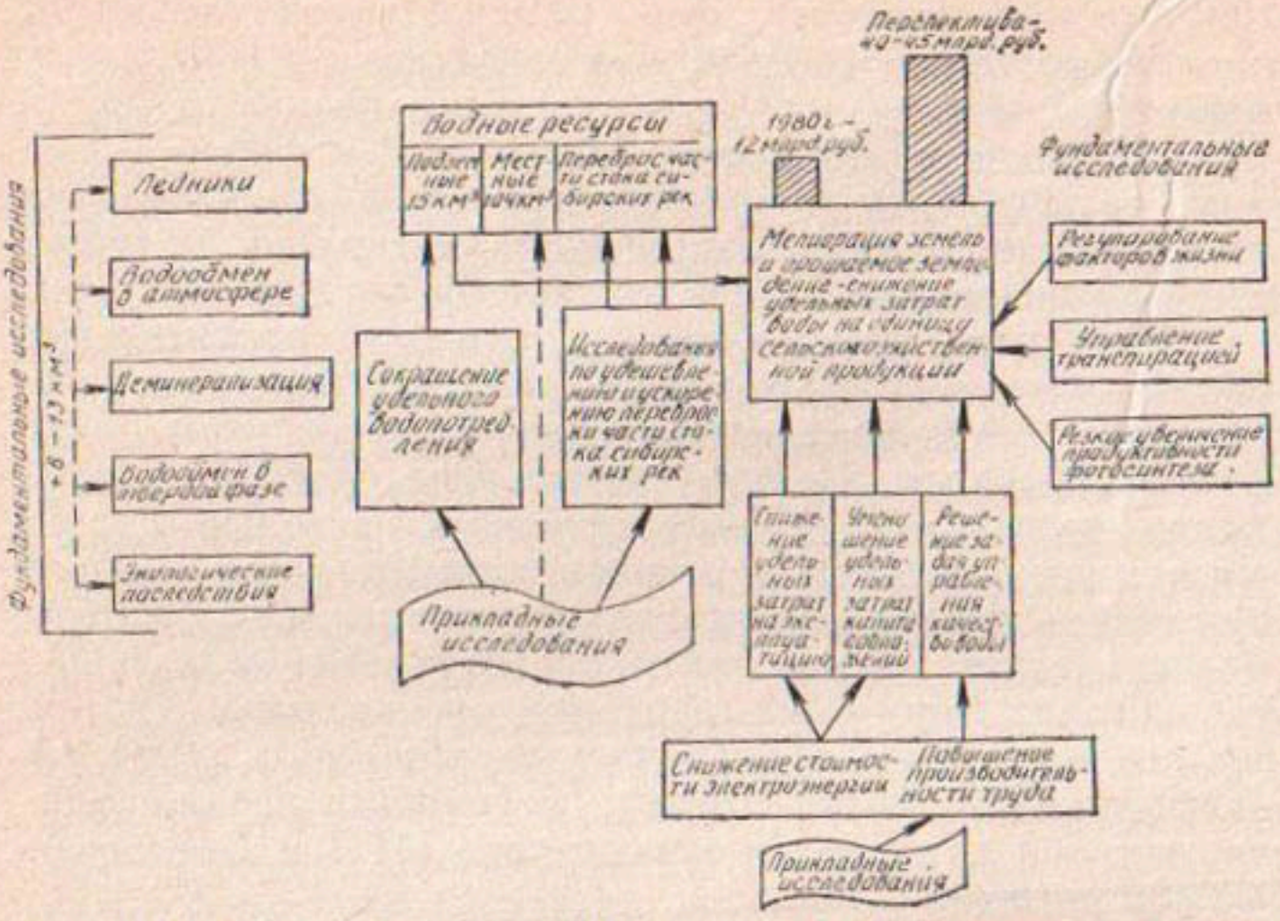


Рис. 8. Целевая программа НТП в мелиорации и водном хозяйстве Средней Азии.

совершенно новые, нетрадиционные пути решения узких мест и острых вопросов.

Современные научные решения позволяют получить прирост водных ресурсов не более 5 — 7 км³/год. Они складываются из завершения регулирования стока рек, сокращения непродуктивных потерь в пойме рек из-за испарения, уменьшения холостых сливов и прогнозов воды вследствие слабой управляемости речным бассейном в целом и вовлечения остаточных ресурсов пресных подземных вод. В то же время имеются определенные результаты проработок, из которых явствует, что располагаемые ресурсы будут уменьшаться вследствие увеличения потерь на испарение при строительстве новых водохранилищ, появляется ущерб стоку поверхностных вод при росте водозабора из подземных и т. д.

Зарегулирование стока бассейна Сырдарьи в целом при достаточно высоком коэффициенте регулирования 0,94÷0,95 можно считать завершенным. Дальнейшее наращивание емкостей водохранилищ (Камбаратинского, Пскентского) не может дать дополнительной гарантированной водоподачи и будет предназначаться лишь для повышения ее обеспеченности.

На Амударье минимально необходимая емкость (по Полинову С. А.) водохранилищ составляет 18,5 км³, построено и строится лишь на 11,4 км³. Чтобы довести степень регулирования до 0,9÷0,92, необходимо всячески форсировать строительство Рогунского водохранилища на р. Вахш. В то же время строительство наливных водохранилищ долинной части реки (например Зеидского) при эксплуатации в сезонном или многолетнем режиме регулирования приведет к ежегодным потерям стока не менее 1 км³. Благодаря регулированию стока, уменьшению ширины поймы и активно испаряющей поверхности общие безвозвратные затраты стока в среднегодовом разрезе от гидропоста Верхнеамударьинский до поста Чатлы снизились, по Б. Е. Милькису, с 5 до 3,2 км³ для года 50%-ной обеспеченности с соответствующим уменьшением в годы другой обеспеченности (рис. 9).

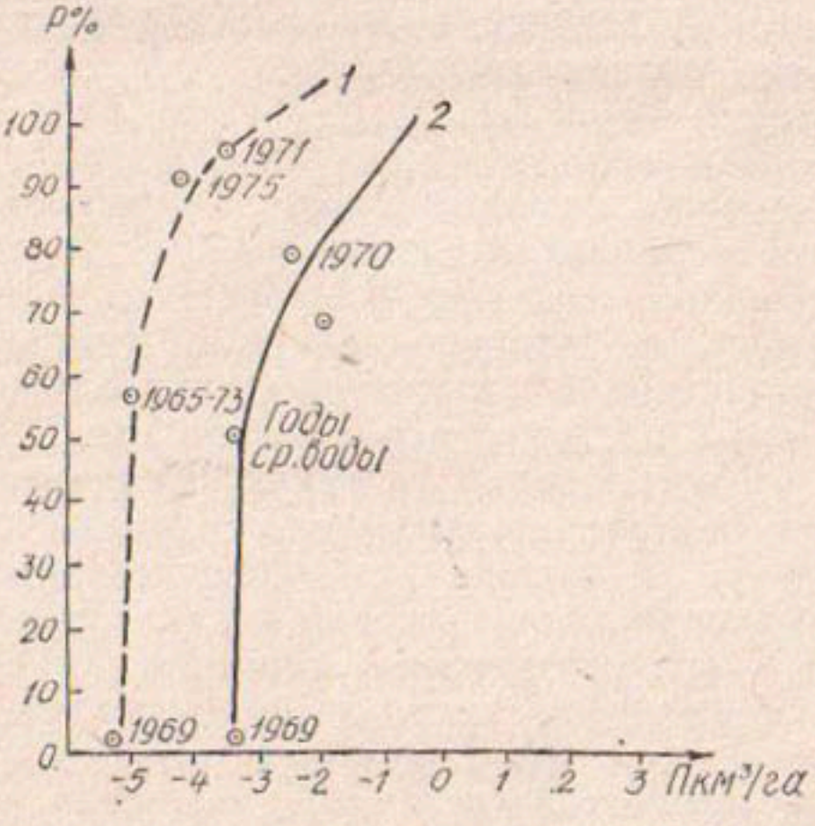


Рис. 9. Изменение потерь стока по р. Амударье (по данным Милькиса Б. Е.):

*1* — до регулирования стока; *2* — после регулирования стока.

Подземные воды на современных уровнях использования оценены в главе II. Необходимо добавить, что прямое использование подземных вод дополнительно оценено в ближайшие годы в 3,1 км³, при этом оно ре-

комендуется в основном в порядке резервирования из своего рода грунтовых водохранилищ. Предусматриваются интересные схемы совместного использования поверхностных и подземных вод, например на подгорных равнинах, вершинах конусов выноса. В этом варианте формирующиеся вследствие инфильтрации воды, подаваемые на орошение, откачиваются вновь для вторичного использования (Кизилинский, Аштский массивы орошения в Таджикской ССР). Однако следует иметь в виду, что интенсивная откачка подземных вод до прихода поверхностных или сверх объема формированных инфильтрацией приведет к опустошению подземных горизонтов, а иногда и к резкому ухудшению качества откачиваемых вод из-за подтяжки глубоких высокоминерализованных напорных рассолов (Аштский массив) и необходимости прекращения водоотбора.

Наиболее эффективным средством снижения непродуктивных потерь стока является повышение управляемости водными ресурсами за счет внедрения автоматизированных систем управления бассейнами (АСУБ рек Сырдарьи, Амударьи, Зарафшана). Это направление требует минимальных капиталовложений, но встречает наибольшее сопротивление водопользователей. В нынешних условиях Минводхоз СССР много сделал по ужесточению межреспубликанского вододеления. Одновременно отрицательно влияет на управление бассейнами отсутствие единой межреспубликанской системы учета воды и прогноза элементов стока, главным образом в многолетнем режиме. Гидрометеослужба практически не дает никаких рекомендаций по многолетнему стоку, и отсюда установление многолетнего режима водохранилищ становится невозможным. Вследствие этого построенные огромные сооружения с многолетним режимом регулирования используются в недостаточной степени. С другой стороны, управление бассейнами, осуществляемое самостоятельно и одновременно несколькими организациями, приводит к возможности недопустимых явлений. Так, по Амударье в декабре 1982 и феврале 1983 гг. неоднократно минерализация воды в створе Тахиаташ повышалась до 1,8—2,2 г/л за счет залповых сбросов коллекторно-дренажных вод без соответствующего разбавления попусками из водохранилищ, что создавало катастрофическое положение для водозаборов из реки. Регулирование стока реки Амударьи в связи с вводом Туямуюнского

водохранилища требует специального режима сбора, накопления и сброса коллекторно-дренажных вод. В противном случае минерализация в низовьях будет повышаться до недопустимых размеров.

В настоящее время Минводхоз СССР приступил к созданию по проекту Средазгипроводхлопка и на основе научных положений САНИИРИ автоматизированной системы «Сырдарья». Стоимость ее составляет по 1 очереди 26 млн. руб. в год, по двум — около 50 млн. руб. с эффектом по воде в 700 млн. м³ в год при сроке окупаемости менее 1 года.

Одновременно с указанными возможностями увеличения водных ресурсов на базе уже апробированных решений мы должны учитывать возможное сокращение стока. В частности, наряду с увеличением испарения из мелководий и поверхности водохранилищ следует учитывать необходимость отвода из Амударьи части ные используемых коллекторно-дренажных вод в связи с тем, что повышение минерализации этих вод резко ухудшило мелиоративную обстановку в низовьях реки. Поэтому, по нашим предположениям, единственным в нынешних условиях решением может быть лишь прекращение сброса в реку коллекторно-дренажных вод с Каршинского и Бухарского массивов, т. е. испарение этих вод в пустынях.

По исследованиям, проведенным в САНИИРИ (Соколов В. И.), интенсивная эксплуатация подземных вод в бассейне Сырдарьи уже сегодня привела к существенному сокращению поверхностного стока. При этом величина ущерба поверхностному стоку определяется гидрологической обстановкой текущего и предшествующего годов, а также величиной антропогенного воздействия. Последняя проявляется в подпоре грунтовых вод в зоне действия крупных водохранилищ, повышении уровня грунтовых вод вследствие орошения, на фоне понижения уровней воды в реке из-за увеличения изъятия стока, и внутрисистемном использовании стока дренажных вод.

Первые два фактора увеличивают объем подруслового притока в реку. Последний же, самый значительный, наоборот, уменьшает его.

На современном этапе при изъятии подземных вод в бассейне Сырдарьи в объеме 6 км³/год сокращение поверхностных ресурсов для сочетания лет различной водности составляет 40 — 60% от объемов изъятия. В

перспективе при возможном увеличении откачек подземных вод процент сокращения поверхностного стока против величины изъятия возрастет.

Перспективные методы воспроизводства водных ресурсов основываются на фундаментальных исследованиях, осуществляемых в метеорологии, физике атмосферы, физике жидкостей, геологических науках. Среди них наиболее перспективным признается деминерализация вод. Ресурсы минерализованных поверхностных вод в регионе довольно значительны: только из скважин вертикального дренажа ежегодно откачивается более 2 км³ соленых вод, возобновляемые запасы минерализованных подземных вод — около 3,5 км³, сбросы вне ствола рек минерализованных вод коллекторов составляют 13÷15 км³ в год, но за минусом затрат, необходимых для поддержания дельты рек, они в целом также составят в пределах 6÷8 км³ с учетом повышения КПД систем уменьшения вследствие этого удельного дренажного стока.

По данным М. В. Колдина, в настоящее время из известных способов деминерализации более совершенными, производительными и экономичными являются дистилляционные установки мгновенного испарения (адиабатные испарители), электродиализные и обратного осмоса. На дистилляционных установках стоимость опреснения по приведенным затратам на 1 м³/ воды при использовании электрической энергии составляет в мировой практике до 21 цента, а в СССР до 35 копеек с ожидаемым снижением до 20 копеек при использовании высокопроизводительных установок расходом более 1 м³/сек. На электродиализных установках капиталоемкость несколько выше в связи с высокой степенью зависимости энергетических затрат от минерализации воды. Больших установок для деминерализации, соизмеримых с коллекторно-дренажными сбросами в 3—5 и более м³/сек, пока не имеется. Наряду с их капиталоемкостью при обоих указанных методах, сложность задачи состоит в необходимости размещения и переработки солей, извлекаемых из растворов. По данным С. А. Полинова (САНИИРИ), перспективным является осуществление конструкторских научных проработок по созданию комплексных многоцелевых установок (энергетических, водных, тепловых) на атомной энергии ураново-графитного типа (аналогично Шевчен-

ковской АВЭС) со стоимостью до 12 копеек на 1 м³ и одновременной переработкой солей.

Определенная перспектива открылась в последние годы в связи с усилением работ по исследованиям электрохимической активации воды, состоящей в обработке воды в зоне отрицательного электрода специальным устройством—электроактиватором. В результате этого изменяются физико-химические параметры воды: уменьшается минерализация, повышается щелочность, увеличивается восстановительный потенциал, обусловливающий биологически активные свойства воды, в частности повышение солеустойчивости растений. Ориентировочные пределы изменения минерализации воды и соответствующие расходы электроэнергии, по данным З. Джалилова и Л. Н. Даниеловой, указаны в табл. 9.

Таблица 9

**Показатели электрохимической активации вод при униполярной обработке.**

| Параметры исходной воды | | | Удельный расход эл. энергии, кВт. ч/м³ | Параметры воды после электрообработки | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| минерализация, г/л | pH | окисл.-восст. потенциал, мВ | | минерализация, г/л | pH | окисл.-восст. потенциал, мВ |
| 3,0 | 6,3 | +390 | 0,5 | 2,3 | 10,5 | -600 |
| 4,5 | 6,2 | +430 | 0,8 | 3,1 | 10,9 | -710 |
| 5,5 | 6,3 | +470 | 1,1 | 3,9 | 11,1 | —790 |
| 7,0 | 6,1 | +480 | 1,3 | 4,1 | 11,5 | —810 |

Поисковые экспериментальные исследования показали, что на установках с расходом до 10 л/сек электрохимическая активность позволяет обеспечить возможность полива хлопчатника водой, имеющей исходную минерализацию до 7 г/л. Общая минерализация снижается до 30%, магния на 100%, сульфатов и хлоридов до 26—29%. При этом в течение 2—3 лет растения имеют повышенную солеустойчивость и дают хороший урожай.

В настоящее время созданы и проходят исследования установки расходом до 25 л/сек. Сопоставление

метода униполярной активации с диализом показывает, что расход энергии при этом на 1 м³ воды и 1 г минерализации в 2—2,5 раза ниже 0,5—0,4 кВт. ч при электродиализе; стоимость обработки также в 2 раза ниже —5—6 коп. за кубометр.

Технико-экономические показатели устройств для электрохимической активации воды могут быть существенно улучшены решением ряда вопросов. К наиболее важным из них относится выбор рациональных электродных материалов, оптимального конструктивного оформления, эффективных технологических схем и режима работы, что требует дальнейших исследовательских работ.

Другими перспективными источниками воспроизводства водных ресурсов, которые находятся в стадии поисков и экспериментальных работ, особенно в бассейнах засушливых зон, являются меры по искусственному увеличению стока рек путем активных воздействий на природные процессы, формирующие сток. Исходя из ледниково-осадочного характера питания рек пустынных и полупустынных территорий, естественно, что эти усилия направлены на метеорологические процессы и ледники.

За последнее время, начиная со второй половины шестидесятых годов, в США (проект «Клаймекс» в Скалистых горах, «Кингзривер» в Калифорнии, «Клауд Кетчер» в Северной Дакоте, «Скайуотер» на Великих равнинах), в Израиле (бассейн Тиберийского озера), у нас в стране проводились работы по использованию эффективности засева различного типа облаков йодистым серебром, а также рядом других льдообразующих или гигроскопических элементов. Хотя результаты этих работ весьма разноречивы (от 0 до 24%), тем не менее американские исследователи сделали по ним прогноз, основанный на дифференцированной эффективности засева на различные облака и их участии в общегодовом объеме осадков.

Определенное среднее значение равно 10—12% стимулирующих осадков. Приблизительно такие же значения получены в опытах УкрНИИ ГоскомГМС, где ориентировочная добавка к среднегодовой сумме осадков составила 8—12%.

В Средней Азии опыты проводились в течение пяти лет (САНИИРИ) в зимний период в Пскемской долине. Если оценивать все эти опыты с точки зрения ре-

зультатов, то на первый взгляд получение 10% осадков в зарегулированном водохранилищами бассейне в зимнее время может дать реальную прибавку стока. Однако надо иметь в виду следующие возможные отрицательные последствия:

искусственное побуждение к увеличению осадков в данной местности может привести к уменьшению осадков (а следовательно, возможно и стока) на соседней территории;

неизвестно, не происходят ли при этом какие-то более серьезные изменения в климатических и метеофакторах, которые могут нарушить вековые запасы водных ресурсов.

Тем не менее, видимо, в настоящее время в особо маловодных бассейнах имеет смысл осуществить по программе, предложенной УП конгрессом ВМО (Всемирного метеорологического общества), проект по увеличению осадков на 10—15 лет с целью детальной и всесторонней проверки применимости указанного метода в производственных масштабах.

Другим методом, который может служить потенциальным источником искусственного пополнения речного стока, является искусственное стаивание ледников. Огромные запасы пресных вод, аккумулированные в горных ледниках на территории нашей страны (2277 км$^3$), естественно, привлекают внимание ученых и практиков-гидрологов в качестве источника покрытия дефицита водных ресурсов, в первую очередь, в Средней Азии. По данным В. М. Котлякова, большая часть запасов пресных вод в ледниках сосредоточена в горах Тянь-Шаня, Алтая, Памира, формирующих Среднеазиатские реки.

Среди возможных воздействий на гляциальные процессы ученые выделяют усиление таяния ледников и снегового покрова, искусственный спуск лавин, использование вод ледниково-подпрудных и завальных озер и др. При этом отмечается наиболее перспективное усиление таяния ледников путем зачернения их поверхности. Усиление поглощения солнечной энергии вызывает ускорение таяния, увеличение ледниковой составляющей речного стока.

В качестве побудителя таяния рекомендуется каменноугольная пыль или пыль каменного шлака. Опыты, проведенные в 60-х годах в нашей стране—на Эльбрусе, Памире, Тянь-Шане, показали, что при затратах

угольной пыли 50—100 г/м² таяние увеличивается на 20—45%.

Однако такая «повышенная результативность» таяния не означает такого же увеличения стока. Дело в том, что интенсификация таяния происходит в течение нескольких первых дней, а затем снижается до необработанной поверхности. Для ледниковых языков зачернение необходимо проводить неоднократно. Кроме того, затраты пыли в 50—100 г/м² бесспорно огромны, если представить себе, что необходимо получить результат на площади сотен тысяч гектаров. При таких нормах потребовались бы сотни и тысячи вертолетов для нанесения пыли на поверхность ледников.

Поиски эффективной нормы запыления, при которых на единицу чернителя приходится максимальное количество дополнительной воды, привели к норме 5 г/м². Расчеты, проведенные В. М. Котляковым, показывают, что в результате такого воздействия суммарная величина дополнительного стока с гор Средней Азии может достигнуть 6,5 км³.

Однако, рассматривая возможность увеличения стока ледников, необходимо помнить, что ледники являются основным регулятором многолетнего стока рек и хранителем запасов пресных вод. Учитывая имеющиеся данные зарубежных исследователей о долголетнем восстановлении гляциальных режимов после чернения с экологических позиций, необходимо рассматривать усиление таяния ледников только как средство борьбы с катастрофическим маловодьем.

Таким же временным мероприятием следует рассматривать сработку статистических запасов пресных вод горных русловых озер. Из числа этих озер наиболее перспективными для водохозяйственного использования являются озера Сарезкое и Яшилькуль в бассейне р. Амударьи. Следует отметить, что запасы воды в этих озерах сравнительно невелики (18 км³) и сработка их может быть единовременной и невосполнимой.

Среди развивающихся перспективных направлений фундаментальных исследований, выход которых нацелен на возможное увеличение водных ресурсов, — гидрогения — учение о формировании и пополнении подземных вод. Хотя единства мнений в вопросах о характере и скоростях водообмена системы «магма—твердая кора—

почва» в этом молодом направлении геологии и гидрогеологии еще не установилось, тем не менее ведущую роль этих процессов в образовании всех вод на земле наука в основном признает.

Наряду с указанными необходимо развивать и некоторые прикладные исследования, которые могут дать эффект по водным ресурсам как по количеству, так и по качеству. Это, в первую очередь, использование мелководий водохранилищ и пойм. Известно, что мелководья испаряют в год до 10—12 тыс. м³/год в Средней Азии. По Амударьи, например, предложено САНИИРИ (Ирмухамедов Х. А. и сотрудники) сужение поймы с помощью траверсных дамб и освоение ее под посевы риса, суммарное водопотребление которого лишь на 3—6 тыс. м³/га превышает непродуктивное испарение пойм. Для водохранилищ возможно устройство обвалованных польдеров[1] с выращиванием на них влагоемких культур. Такое предложение уже давно вынашивает Таджикская республика, но отсутствие достаточных научных и опытных работ не позволяет наметить экономичные проектные решения. Немаловажное значение имеет уменьшение потерь с поверхности водохранилищ.

Нынешние конструкции водохранилищ способствуют, кроме того, интенсивному водообмену в нижних слоях с минимальной температурой (12—15°С) при значительном прогревании поверхности и отсюда приводят к увеличению испарения. В то же время переход на послойный отбор воды из верхних горизонтов способствовал бы теплообмену в водохранилищах, подаче на поля более теплой воды и снижению испарения. Одновременно следует заняться нанесением пленок полимеров, также снижающих испарение с зеркала водохранилищ.

Управление ВХК предусматривает как обязательное мероприятие управление качеством воды в реке с целью его улучшения. Задача эта осуществляется по линии организации в системе АСУБ непериодического и постоянного контроля качества воды с помощью стационарных автоматических пунктов с целью фиксации не случайных, а постоянно изменяющихся характеристик. С другой стороны, существенным мере-

---

[1] Польдеры — отвоеванные у моря участки земли.

приятием по охране водных ресурсов является повышение качества сбрасываемых вод. Необходимо добиваться повсеместного снижения концентрации до ПДК, как бы увеличивая при этом располагаемый ресурс пригодных по качеству вод. Эти мероприятия должны осуществляться как уточнением прогноза стока рек в связи с намечающейся оптимизацией мелиоративных режимов и реконструкцией сети, так и улучшением распределения стока в целом по бассейнам.

Одновременно необходимо развивать совершенно новые направления. В этой области пока имеются лишь заделы, но они сулят большие надежды в улучшении в перспективе качества наших ухудшающихся речных вод. Этими направлениями являются:

усиление самоочищения на гидротехнических сооружениях путем специальных аэрогидравлических их режимов;

применение бактериофагов и микрофлоры для борьбы с биологическими загрязнителями стока;

методы очистки воды от загрязнителей с помощью ультрафиолетовых лучей, получившие большое распространение в последнее время за рубежом.

С 1975 г. отмечается сокращение относительного удельного безвозвратного водопотребления в промышленности, городском хозяйстве, водоснабжении, но темп снижения недостаточен и задача снижения затрат воды остается актуальной. Хотя в аридной зоне эта часть водозаборов не является главенствующей, внимание и требование к развитию НТП в отраслях-водопотребителях должны быть повышены в связи с тем, что наряду с незначительными темпами снижения водоемкости этих отраслей мы имеем и недостаточную степень восстановления ими качества воды при сбросах обратно в источники.

Современные очистные сооружения промышленных и коммунальных вод обеспечивают удаление из них до 90% органических соединений и только 10 — 40% неорганических. Сохранение после очистки большой доли неорганических веществ, в основном консервативных, требует для доведения воды после сброса до ПДК неоднократного разбавления чистой водой. Так, после сброса предприятиями азотной промышленности и синтетических волокон требуется 15-кратное разбавление, кожевенной — до 20 раз, нефтеперерабатывающей — до 60 раз и т. д.

Отсюда целесообразно применение безотходной технологии водопользования — использование очищенных вод в своих циклах предприятий или создание межотраслевых очистных комплексов, в которых очищенные воды одних предприятий служат сырьем для других. В стране уже имеются отдельные предприятия на Урале, которые перешли на полностью поглощенные циклы, снизив при этом стоимость водозаборных сооружений и затрат на водозабор в несколько раз, при общем снижении себестоимости 1 м³ воды в 1,5 раза. Одновременно следует иметь в виду, что решение технологического водоснабжения с учетом полного безотходного цикла позволяет снизить требования к глубине очистки. Так, на заводах по производству минеральных удобрений содержание фосфора допускается в воде до 10 мг/л, стронция — 20—30 мг/л, что в несколько раз выше ПДК.

В области коммунального водоснабжения в целях экономного расходования чистой воды заслуживает внимания развитие раздельных сетей питьевого, горячего и технического водоснабжения, которые применены в городе Шевченко (КазССР). При этом для канализации повсеместно использовалась минерализованная вода, для других целей требования очистки к водам также дифференцированы.

В настоящее время в регионе расходуется на нужды промышленности и населения, при численности последнего в 28 млн. человек, 4,5 км³ воды, или по безвозвратному забору — 160 л/чел. в год. Сохранение нынешних тенденций в удельном водопотреблении различных областей приведет к тому, что к концу века при населении 47 млн. человек безвозвратное водопотребление возрастет до 7 км³ при удельном расходе 148 л/чел. в год[1]. При этом коммунальное и питьевое водоснабжение достигнет своего предельного уровня по удельному расходу и далее можно ожидать некоторой стабилизации его, так же как и доли городского населения. В связи с этим дальнейшее снижение существующими темпами расходов воды в промышленности приведет к тому, что лишь через 30 лет после начала XXI века мы подойдем к удельным расходам в 100 л на человека в год по безвозвратному водопотреблению. Таким образом, ясно видна необходимость преодоления

[1] Расчеты САНИИРИ им. Журина, Минводхоз СССР.

здесь сложившихся тенденций путем более усиленного внедрения НТП.

Вторая часть комплексной программы НТП отрасли Средней Азии заключается в таком снижении удельных затрат воды на единицу сельскохозяйственной продукции, при котором можно получить при затратах воды 110—120 км³ объем сельскохозяйственной продукции на 40—45 млрд. руб. Здесь, кроме этой главной задачи, имеется и ряд сопутствующих целей, направленных на улучшение экономических показателей подпрограммы: снижение удельных затрат на эксплуатацию с обеспечением высокой степени функционирования орошаемых земель; снижение удельных капиталовложений; решение задач улучшения качества воды.

Направление подпрограммы формулируется как повышение продуктивности АПК на основе орошаемого земледелия с подцелью получения максимума конечной продукции АПК с совокупными отраслями на единицу воды.

Выполнение этой подцели основывается на интенсивном росте продуктивности орошаемого земледелия, исходя из положений о роли и месте мелиораций в системе мероприятий по интенсификации сельскохозяйственного производства: все виды интенсификации сельскохозяйственного производства — механизация, химизация, использование гербицидов, достижения селекции, семеноводства, рациональная организация работ — не могут в полной мере проявить себя без мелиорации угодий. В то же время сама она не дает должного эффекта без применения всех выше перечисленных приемов интенсификации.

Только в увязке со структурой и в ориентации на конечную продукцию АПК, включая все его сферы (производственную, социальную и экономическую, отрасли поставок и переработок), можно по-настоящему обеспечить высокую эффективность по конечной продукции всего АПК на базе орошения на единицу затраченной воды.

Исходя из этих положений задача НТП — получение максимума конечной продукции на единицу воды — состоит из двух частей: получение максимума конечной продукции и достижение минимума затрат воды на единицу площади.

Суммарная продуктивность АПК в зоне орошаемого земледелия определяется обеспеченностью отраслей, вхо-

дящих в состав АПК, социальной и производственной инфраструктурой, материальным снабжением, увязкой отраслей между собой. В этом отношении требует дальнейшего углубления изучение оптимального состава этих обеспечивающих факторов и их взаимоотношений, оптимизации организационно-технологического обеспечения орошаемого земледелия—стабильности и гибкости межотраслевых связей, нормативов людских нагрузок, материальных фондов, техники, механизмов, оптимальных размеров структурных звеньев и т. д. С другой стороны, требуется анализ соответствия натурных показателей этим оптимальным и разработка мероприятий по их дооснащению.

Улучшение обеспечения хозяйств людскими, материальными ресурсами и основными фондами может дать большой эффект. Недообеспечение техникой, материальными, и особенно людскими, ресурсами значительно снижает продуктивность орошаемого земледелия. Анализ обеспеченности и разработка мер по доукомплектованию орошаемых земель всем необходимым позволит без дополнительных ресурсов воды резко поднять продуктивность орошаемого земледелия. Статистическое обследование лишь на одном массиве Каршинской степи показало возможности увеличения здесь валового производства без ресурсов воды за счет улучшения снабжения техникой, усиления базы, стабилизации и повышения квалификации работников на 22—30%. При этом эффективность капиталовложений на дооснащение оказывается во много раз выше, чем строительство и освоение новых земель.

В то же время главным определителем продуктивности АПК является площадь и продуктивность орошаемых земель и их водообеспеченность. Соотношение реальной и потенциальной продуктивности земли обеспечивается подбором культур, соответствующих максимальному использованию природных условий, внедрению сортов, максимально использующих ФАР, постоянным повышением плодородия земель, наращиванием его во времени.

Оптимальное размещение культур по зонам с учетом максимального использования почвенных и климатических условий позволяет значительно повысить продуктивность орошаемого земледелия. Известно, что адырные земли, высокие горные долины являются наилучшей зоной развития садоводства. Продуктивность,

например, орошаемого земледелия в Бостанлыкском районе Ташкентской области, где ведущими являются садоводство, виноградарство и овощеводство, составляет 3,5—3,9 тыс. руб. на 1 га при затратах воды всего 4—5 тыс. м³ в год. Это означает, что продуктивность 1 м³ воды равна около 800 руб/м³ против 120—150 руб/м³ в среднем по Средней Азии и 200—300 руб/м³ по наиболее производительным регионам зоны.

Между тем посевы хлопчатника, лука и других влагоемких культур в этих условиях приводят не только к снижению продуктивности земель, но и к большим непродуктивным расходам воды вследствие инфильтрации и подтопления нижележащих земель.

Другим таким примером может быть длительное выращивание сначала как культуры освоителя, а затем уже просто как севооборотной культуры риса в низовьях рек Сырдарьи и Амударьи на песчано-пустынных почвах. По почвенным, климатическим условиям, по расходам воды здесь более целесообразно выращивать в качестве зерновой и зерно-фуражной продукции кукурузу, которая может при урожайности 70—80 ц/га дать продуктивность на 1 м³ воды 350 руб/м³ против 120 руб/м³ при возделывании риса.

В зарубежной практике основой «зеленой революции» в Мексике, Индии и ряде других стран, проведенной в 60—70-х гг., явилось создание и широкое внедрение районированных сортов орошаемых культур.

В нашей стране известны прекрасные результаты селекционной работы академика П. И. Лукьяненко. К сожалению, такая работа по наиболее важным орошаемым культурам, таким как хлопок, рис, пшеница, проводится очень слабо. Достаточно сказать, что выведенные в последние годы сорта хлопчатника Ташкент — 1, 2, 3, 4, хотя и несколько более вилтоустойчивы, чем прежние, но по водопотреблению, устойчивости к перебоям в водном питании намного уступают сорту 108-ф и др. Здесь таятся большие резервы повышения продуктивности орошаемого земледелия.

Трудами В. В. Докучаева, В. А. Ковды, В. В. Егорова, Н. Г. Минашиной и многих других советских почвоведов убедительно доказано, что сохранение и постоянное повышение плодородия почв достигается агротехническими и химическими мелиорациями.

Возьмем, к примеру, болотно-луговые почвы низких равнин в пойме Зарафшана, Чирчика. Опыт их возде-

лывания в условиях севооборота при оптимальном внесении органических и минеральных удобрений при полугидроморфном мелиоративном режиме и орошаемых нормах в 5—7 тысяч м³/га нетто показал, что плодородие и урожайность этих почв постоянно увеличивается, а урожайность растет, достигая по хлопку 37—40 ц/га (совхоз «Пятилетие Узбекистана», Ташкентской области). В то же время пренебрежение к севообороту, недостаточное внесение навоза сразу снижает это плодородие.

Широкое внедрение системы земледелия акад. АН УзССР М. В. Мухамеджанова способствует наращиванию плодородия почв по глубине при накоплении биомассы, сохранении структуры и гумуса почв, при значительном повышении влагоемкости и снижении удельных затрат воды на орошение.

Серо-бурые почвы Каршинской степи, по данным исследований Э. Т. Вухрера, в условиях необработанной целины имеют запасы плодородия лишь в 10-сантиметровом слое. При снятии этого слоя планировкой все показатели почвенной продуктивности сводятся на нет. При возделывании в первые два года люцерны деятельность микроорганизмов интенсивно развивается, формируется азотобактер, а при освоении через хлопчатник картина совершенно меняется.

Таким образом, для всех зон и различных почв необходима разработка дифференцированных приемов повышения плодородия орошаемых земель и строгий контроль за их планомерным осуществлением как при освоении новых земель, так и при использовании староорошаемых. Главным условием здесь должно быть— требования почвообразовательного процесса обязательны как для мелиоративных режимов и инженерных решений, так и для приемов и методов агротехники.

Другой стороной совершенствования орошаемого земледелия является максимальное снижение удельных расходов воды на гектар.

Возможные пути экономного расходования воды можно установить, проанализировав структуру водопотребления орошаемых земель при возделывании сельскохозяйственных культур (рис. 10).

Суммарные затраты воды брутто на орошаемые массивы расходуются на испарение с перелогов, транспирацию и промывную долю орошаемых земель исходя из водного баланса, а также потери в системе.

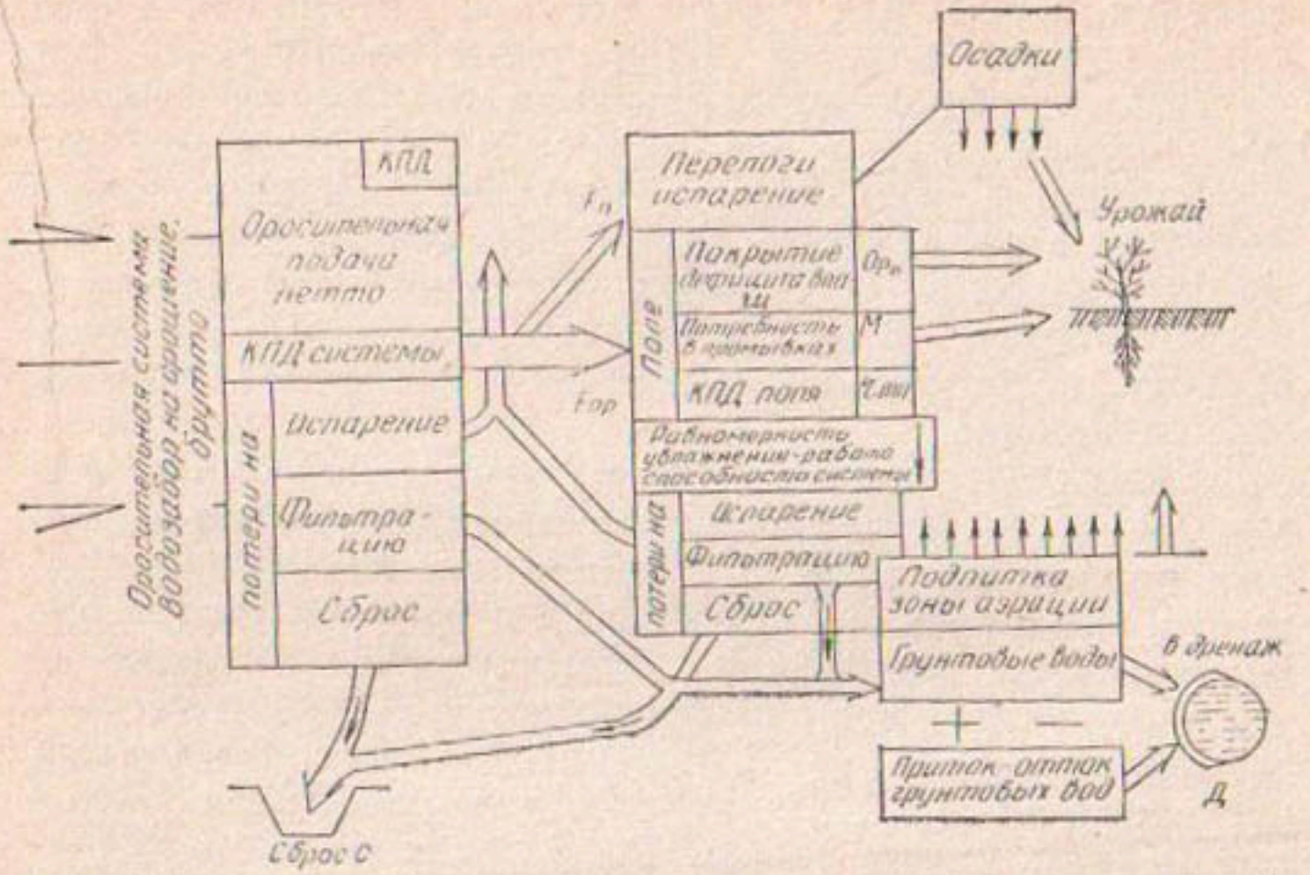


Рис. 10. Схема распределения затрат воды на оросительном массиве.

В результате сокращение водопотребления орошаемого массива на гектар требует сокращения суммарного водопотребления орошаемого поля, уменьшения промывной доли; максимального повышения КЗИ; повышения коэффициента полезного действия систем.

Следует учесть, покрытие дефицита водного баланса орошаемого массива рассчитано на идеальное взаимодействие всех элементов. В натуре, хотя распределение осадков и иссушение распределены по площади достаточно равномерно, оросительная водоподача, равно как и подпитка из грунтовых вод и промывная доля водопотребления, зависят от той неоднородности, которая определяется в меньшей мере природными условиями, а в большей степени антропогенными воздействиями, конструкциями оросительной сети, техники полива и дренажа. Эту неравномерность мы определили как работоспособность оросительных систем и оцениваем ее по степени удовлетворения потребностей почвы в необходимых режимах по влажности и степени засоления. При их невыполнении мы либо резко снижаем урожайность на мелиорированных землях, либо затрачиваем дополнительное количество воды на получение единицы урожая. В любом случае при нарушении работо-

способности системы (как меры соблюдения оптимальных условий растений и почвы) увеличиваются расходы воды на единицу урожая при орошении. Таким образом, кроме вышеприведенных четырех условий рационального расходования воды, добавляются еще два:

создание условий равномерности увлажнения и дренированности земель;

обеспечение постоянно в течение эксплуатации высокой работоспособности оросительных систем.

Остановимся на каждом из этих направлений.

**Сокращение суммарного водопотребления орошаемого поля.** Известно, что водопотребление орошаемого поля складывается из транспирации и физического испарения. Физическое испарение определяется степенью увлажнения поверхности почвы или его поверхностного слоя и зависит от увлажненности почвы во время осадков, поливов и под влиянием капиллярного подсоса грунтовых вод. Фактическое испарение наиболее сильно в период до затенения растением почвы, и оно в наших условиях может изменяться от 7—8 до 1—2 мм/сут. Применение специальных добавок, мульчирующих почву или закрывающих ее, не доведено пока до практических рекомендаций, тем не менее обработка почвы и своевременное боронование в начальный период и последующая культивация уменьшают эти затраты воды. Так, на участке в совхозе «Фергана» Сырдарьинской области на фоне вертикального дренажа при одинаковых у. г. в. за счет качественной своевременной обработки в условиях сероземов достигнуты затраты воды на физическое испарение при хлопчатнике меньше на 650 м³/га, чем при обычной обработке.

Другим средством снижения физического испарения является поддержание оптимального уровня грунтовых вод и недопущение переполивов поверхности. Установлено, что между уровнем грунтовых вод, профилем влажности в зоне аэрации, а отсюда и стабильностью водообеспеченности, имеется определенная зависимость, которая определяет и интенсивность подсоса влаги к поверхности, и возможность ее использования транспирацией и физическим испарением. При этом сама величина будущего водопотребления также зависит по абсолютной величине от влажности зоны аэрации.

Отсюда ясна возможность получения оптимальных величин водопотребления в зависимости от уровня грунтовых вод. На основе увязки этих величин для

различных условий Средней Азии с помощью выбора соответствующих глубин дренажа можем подобрать так называемый оптимальный мелиоративный режим.

Существенное значение имеет и поверхностное увлажнение в период поливов. Здесь при максимальном увлажнении поверхности почвы мы получаем резкий скачок физического испарения, который приводит к непродуктивным потерям воды. Поэтому при проведении поливов требуется максимально уменьшить время увлажнения, концентрировать полив и не допустить удлинения поливов по техническим и организационным причинам с тем, чтобы снизить эти потери воды. С другой стороны, такое явление вызывает необходимость в разработке и осуществлении ряда конструктивных решений, при которых подача воды растению производится не с поверхности, а в почву непосредственно. Это в первую очередь относится к внутрипочвенному орошению, к субирригации, абсорбционным поливам и т. д., т. е. методам полива, относящимся к ближайшему будущему, к которому мы должны готовиться. С этих позиций необходимо подходить и к обеспечению равномерности увлажнения, а отсюда и к требованиям планировки земель. Степень выравненности рельефа, как показывает обобщение, сделанное в САНИИРИ, значительно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур и на суммарные затраты воды.

**Уменьшение промывной доли водопотребления.** Промывная доля водопотребления составляет большую величину в условиях аридной зоны. Так, в Средней Азии на эти цели расходуется 28—23 км³ воды из общего водопотребления в 92—105 км³ в год. Однако здесь еще в большей степени, чем в водопотреблении оросительном, имеет значение оптимальный уровень грунтовых вод и надежная система дренажа, поддерживающая этот уровень на нужных глубинах.

Величина промывной доли зависит от минерализации оросительных и грунтовых вод, от их глубины и от естественного промывного эффекта осадков и инфильтрации на поле в соответствии с параметрами техники полива.

Расчеты, проведенные для Голодной степи, например, показали, что в зависимости от глубины минерализации грунтовых вод промывная доля колеблется в значительных диапазонах—от 0 до 12 тыс. м³/га по абсолютному значению и от 0 до 3,5 тыс м³/га по отно-

сительной величине промывной доли. При этом по мере увеличения минерализации грунтовых вод от 0 до 10 г/л она постоянно возрастает, далее изменяясь уже очень незначительно. Но главные факторы, определяющие величину промывной доли, —это глубина грунтовых вод и мелиоративный режим. Даже для самых слабоминерализованных вод (С≤2г/л) необходимо иметь достаточную глубину грунтовых вод, чтобы не допускать расходования воды на снижение сезонного соленакопления (рис. 11).

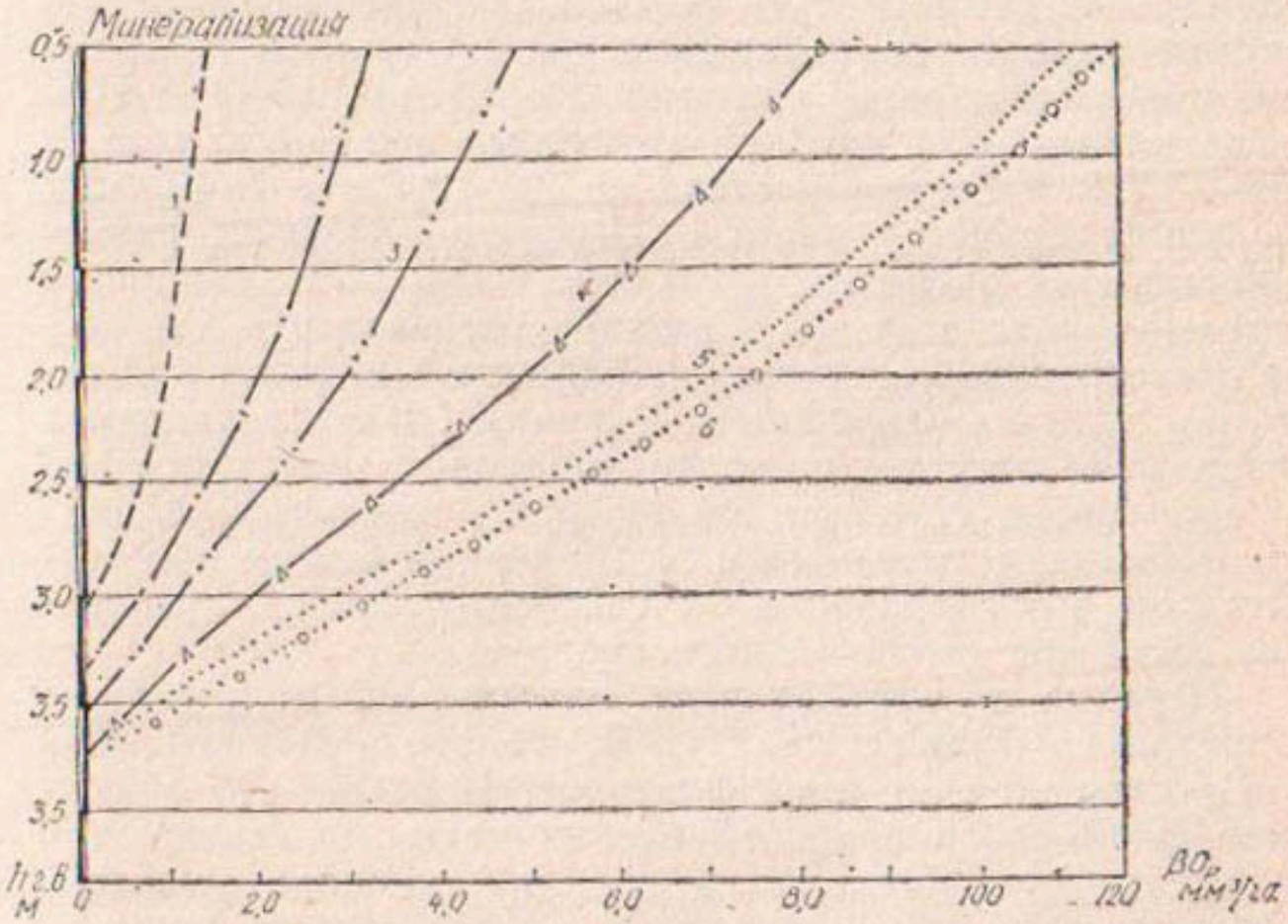


Рис. 11. Зависимость промывной доли от глубины грунтовых вод и минерализации Голодной степи:

*1*—1 г/л, *2*—2 г/л. *3*—3 г/л, *4*—5 г/л. *5*—10 г/л, *6*—15 г/л.

Отсюда определяется максимально допустимый уровень грунтовых вод для различных сочетаний природных и хозяйственных условий. Так, нами установлено, что β и соответственно промывная доля становится равной нулю для Голодной степи при минерализации грунтовых вод 1,0—1,5 г/л и оросительных вод 1 г/л при глубине грунтовых вод 3,2 м, при С=2 г/л $h_2$= 3,35 м; при С=3 г/л $h_2$=3,5 м (рис. 14) и при большей минерализации—3,8 м. Понятно, что такие глубины возможно поддерживать лишь на фоне совершенных

методов дренирования земель, так как открытый дренаж ни указанные глубины грунтовых вод, ни минимальные расходы воды постоянно поддерживать не может.

Сочетание уровня грунтовых вод и оросительных норм составляет основу мелиоративного режима территории, методика определения которого отработана в САНИИРИ.

Оптимальные мелиоративные режимы для большинства зон Средней Азии определяются как полуавтоморфные. Это аллювиальные долины всех видов, субаэральные и приморские дельты, конуса выноса и подгорные долины и т. д. Для полуавтоморфных режимов характерно отношение уровня грунтовых вод к высоте капиллярного поднятия в пределах 0,8—0,9. При этих показателях глубина грунтовых вод составляет от 2,9—3,2 м в Голодной степи до 2,3—2,4 м в Хорезме в условиях слоистой дельты. Полугидроморфный режим оказывается оптимальным в зоне с близким залеганием пресных грунтовых вод в нижних террасах рек при слоистом строении с хорошо проницаемым нижним залегающим слоем (Зарафшан, Чирчик). В этих условиях абсолютно отсутствует соленакопление и необходимость в промывках. Наконец, на адырах, высоких долинах оказывается оптимальным автоморфный режим при возможном его сохранении за счет естественной дренированности или вертикального дренажа.

Переход к оптимальным мелиоративным режимам определяет минимальные удельные расходы воды нетто на гектар за счет двух факторов. Первый—это снижение суммарного водопотребления нетто на гектар, так как эвапотранспирация на единицу площади уменьшается по мере приближения к оптимальному режиму. Увеличение глубины грунтовых вод, особенно для минерализации их более 3 г/л, приводит к резкому снижению солеобмена зоны аэрации и грунтовых вод в результате уменьшения, в первую очередь, непродуктивного физического испарения и соответствующего ему испарения из грунтовых вод. Это уменьшение соле-и влагообмена снижает интенсивность дренажного стока, способствует сохранению полезных солей и плодородия почв, а также препятствует загрязнению воды рек коллекторно-дренажным стоком, выносу им пестицидов, нитратов и гербицидов.

В Средней Азии мелиоративное благополучие на основе оптимальных мелиоративных режимов достигнуто

менее чем на одной трети земель, нуждающихся в дренаже, а с учетом земель, не требующих дренажа,— на половине площади (табл. 10). На одной трети площадей мелиоративное состояние удовлетворительно за счет больших расходов воды, вызванных неоптимальными методами дренирования и неоптимальными мелиоративными режимами. Более того, на этих землях мелиоративное состояние обычно является неустойчивым и легко изменяется в течение 2—4-х лет под влиянием внешних воздействий на сложившиеся водные балансы. Такое положение имеет место, например, в Хорезме, где в результате увеличения минерализации воды в реке, ухудшения оттока дренажных вод и уменьшения промывной нормы в отдельные маловодные годы мелиоративное состояние с удовлетворительного сменилось за период с 1980 по 1984 гг. на частично неудовлетворительное.

Исходя из этих положений, мелиоративное состояние земель в целом в регионе должно быть оценено как нестабильно удовлетворительное и неудовлетворительное на площади около 30% земель Узбекистана, Таджикистана, Киргизии и около половины в Казахстане и Туркмении.

Сопоставление этих площадей с площадями дренирования (см. табл. 10) показывает, что они почти сов-

Таблица 10

**Мелиоративное состояние земель Средней Азии на 1. 1. 1983 г.**

| Республика | Площадь орошения, га | Земли требующие дренажа | Влияние мелиоративного состояния на недополучение урожая, га | Мелиоративное состояние хорошее, га | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | на оптимальном мелиоративном режиме | достигнуто за счет больших расходов воды |
| Узбекистан | 3652 | 2200 | 290 | 730 | 1180 |
| Таджикистан | 631 | 342 | 86 | 116 | 140 |
| Туркмения | 1061 | 795 | 245 | 102 | 418 |
| Южный Казахстан | 680 | 586 | 112 | 260 | 214 |
| Киргизия | 1008 | 130 | 11 | 21 | 98 |
| Итого | 7032 | 4053 | 744 | 1219 | 2080 |

падают с суммой неотдренированных земель и дренированных несовершенными методами.

Нами проведено определение оптимальных уровней оросительных систем по Узбекистану на перспективу. Расчеты по областям четко показывают, что наиболее важное значение для региона в снижении удельных расходов воды имеет оптимизация мелиоративных режимов на основе совершенных видов дренажа. Так, по Узбекистану из общей экономии водных ресурсов в 5,5 км³ воды в год к 1995—2000 г. лишь 1,7 приходится на повышение КПД, а 3,8 км³ — на оптимизацию мелиоративного режима. Экономия здесь создается за счет снижения промывной нормы в среднем на 1600 м³/га и за счет уменьшения суммарного водопотребления—на 900—1000 м³/га.

Поэтому в Средней Азии необходимо широко развить работы по дренированию земель совершенными видами дренажа. В настоящее время из 4,1 млн. га земель, требующих дренирования, в Средней Азии (табл. 11) этими видами дренировано лишь 1,2 млн. га. С учетом ежегодного ввода в эксплуатацию 130—150 тыс. га для перевода всего дренажа на совершенные типы за 15 лет необходимо строить ежегодно 400 скважин вертикального дренажа и около 5 тыс. км закрытого горизонтального. Если учесть, что один Голодностепстрой в 1966—1973 гг. строил ежегодно 1600 км

Таблица 11

**Состояние дренирования земель совершенными типами дренажа на 1. 1. 1983 г. тыс. га**

| Республика | Площади, нуждающиеся в дренаже | Фактически отдренировано | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | вертик. дренаж | гор. закрыт. дренаж | комбиниров. дренаж | Итого совершенными видами |
| Узбекистан | 2200,0 | 2060 | 302,0 | 483,9 | 14,2 | 800,1 |
| Юж. Казахстан | 586,0 | 420 | 254,2 | 16,2 | — | 270.4 |
| Таджикистан | 342,0 | 330 | 53,5 | 68.6 | 0,8 | 122,9 |
| Туркмения | 795,0 | 610 | 8,5 | 86,8 | 3,3 | 98,6 |
| Киргизия | 130,0 | 105 | 15,3 | 21,2 | — | 19.5 |
| Итого | 4053,0 | 3525 | 633,5 | 659,7 | 18,3 | 1311,5 |

закрытого дренажа и 100 скважин вертикального, то становится ясной реальная возможность этого строительства. Внимание, уделяемое Минводхозом СССР широкому развертыванию указанных работ по стране, включая и Среднюю Азию, позволяет надеяться, что эти работы получат широкое развитие. Существенное значение снижение промывной нормы имеет и для сохранения полезных солей и питательных веществ в почве. Установлено, что при больших нормах промывки и неоптимальном мелиоративном режиме с орошаемых полей выносится в год до 60 т солей, в том числе 30—35 т полезных—$CaSO_4$. Наблюдается и вынос удобрений с большими промывными нормами, включая вынос гумуса. Наоборот, в Голодной степи при оптимальном мелиоративном режиме на фоне глубокого горизонтального дренажа и промывной норме 1,5—2,5 тысяч $м^3$/га вынос всех солей составляет 9—12 т/га, в том числе полезных—3—5 т/га.

Во всех зонах переход на оптимальные мелиоративные режимы приводит одновременно к минимизации солеобмена с зоной аэрации, приближению его к нулевым значениям. А это означает, что общий баланс солей в бассейне может ограничиться распределением того количества солей, которое поступает в бассейны из зон формирования стока.

Оптимизация мелиоративных режимов базируется и увязывается тесно с поддержанием, сохранением и наращиванием плодородия орошаемых земель. При увеличении оросительных и промывных норм и неоптимальных режимах резко увеличивается потеря гумуса, ухудшается агрегатный состав, снижается содержание кальция—хранителя плодородия почв аридной зоны. Умелое сочетание оптимальных мелиоративных режимов с системой определенной агротехники, направленной на углубление и сохранение пахотного слоя при обязательном участии севооборота, дает гарантию сохранения и наращивания продуктивности орошаемых земель.

Переход на совершенные типы дренажа имеет большое значение для снижения эксплуатационных затрат, для увеличения равномерности дренирования и увлажнения, а главное—для резкого наращивания работоспособности мелиоративной системы. Последний фактор особо становится важным там, где выращиваются высокопродуктивные культуры.

Для сокращения промывных затрат воды, главным образом при первичном освоении засоленных земель, важна правильно организованная система промывок и окультуривания.

Интересные исследования здесь выполнены САНИИРИ совместно с Главсредазирсовхозстроем и институтом «Средазгипроводхлопок». При капитальных промывках, которые осуществляются для рассоления почвы до необходимого предела, промывная норма достигает 40 тыс. м³/га. Такие промывные нормы рассчитаны из условий рассоления на глубину до 1 м и остаточного содержания вредных солей не более одной сотой процента. Однако ученые установили, что для большинства вновь осваиваемых и старопорошаемых земель глубину рассоления можно уменьшить, а остаточное содержание солей несколько повысить. Этот метод получил название трехстадийного освоения земель.

На первой стадии проводят капитальные промывки на глубину так называемого начального рассоления— до 50 см, так как именно в этом слое развивается основная часть корневой системы растений. Величина солесодержания понижается до 0,04—0,05%. На второй стадии происходит углубление промывного слоя. Одновременно на осваиваемых площадях выращивают промежуточные культуры-освоители, отличающиеся повышенной солеустойчивостью. В качестве таких культур применяются джугара, кукуруза, суданская трава. На третьей стадии выращивают основную культуру, в частности хлопчатник. Одновременно проводят профилактические промывки для удаления солей, накопившихся за сезон, либо для увеличения степени рассоления, достигнутой при капитальных промывках.

Новое, весьма перспективное направление работ САНИИРИ—применение химических мелиорантов—веществ, которые повышают солеустойчивость хлопчатника.

Почвенные соли, как известно, не только разрушают клетки растения, но и нарушают их водный и питательный режимы. Даже широко применяемые легкорастворимые удобрения—аммиачная селитра и карбамид—значительно повышают давление почвенного раствора, затрудняя питание растений. Ученые САНИИРИ и Чирчикского филиала Государственного института азотной промышленности подобрали минеральные

препараты, которые снижают осмотическое давление почвенного раствора и, следовательно, улучшают питание растений. Ценные свойства выявлены у мочевиноформальдегидного удобрения (МФУ) и сложного полимерного удобрения (СПУ). Они препятствуют проникновению в растения ионов вредных солей и тем самым повышают солеустойчивость хлопчатника. Одновременно эти вещества выполняют и функции обычных удобрений.

## Максимальное увеличение КЗИ

Для уменьшения непродуктивного использования перелогов и неиспользуемых зон орошаемых земель особое значение имеет повышение КЗИ. Оно достигается переходом на закрытые трубчатые системы (КЗИ —0,95÷0,96), системы лотковых каналов (КЗИ—0,92) с использованием передовой техники полива (из гибких и жестких орошаемых трубопроводов, по длинным бороздам) с отказом от временных оросителей. Все это снижает величину растекания инфильтрационных вод и их непродуктивного испарения.

Повышение коэффициента земельного использования достигается и при совершенных видах дренажа и при закрытии системы коллекторов. Здесь одновременно снижаются расходы воды на транспирацию сорняками, которыми обильно зарастают неиспользованные площади на отвалах, вдоль коллекторов и открытых дрен.

Важно иметь в виду и оптимальные размеры поливных участков и карт. Так, по исследованиям П. Сапарова в Каракалпакском отделе САНИИРИ установлено на опыте реконструкции ряда хозяйств в Чимбайском и Кунградском районах, что при доведении размера рисовых чеков до 3,5—4 га вместо 0,5÷1,0 га ранее КЗИ повышается на 2,5—3%.

## Повышение КПД сети

В Узбекистане на один гектар орошаемых земель, по данным САНИИРИ, в среднем расходуется ежегодно 17,2 тыс. м³ воды, из которых потери в оросительной сети в пересчете на 1 орошаемый гектар составляют 4,9 тыс. м³, потери в поле—2,4 тыс. м³. Поэтому устранению этих потерь, в первую очередь увеличению КПД

оросительных систем, должно быть уделено большое внимание.

Известно, что КПД оросительной сети и его составляющие (КПД внутрихозяйственной и межхозяйственной сети) зависят от удельной протяженности сети, грунтов, слагающих ложе каналов, типа покрытия, гидрогеологических условий и периодичности работы каналов.

Повышение технического КПД должно идти за счет создания необходимых антифильтрационных покрытий больших каналов, широкого применения труб и лотков. Особое внимание наряду с развитием производства труб должно быть уделено применению экранов из полимерных пленок и тканей: полиэтилена, стабилизированного толщиной до 1 мм, капроновых тканей, покрытых полиизобутиленом и т. д. Одновременно на каналах с большим количеством наносов и малым перерывом в работе (1—2 мес. в году) исследованиями УкрНИИГиМА и САНИИРИ показана целесообразность закрепления этого слоя полимерными добавками (К—9, полиакриламид и т. д.). Облицевать такие действующие каналы, как Каракумский, Кызкеткен, Шават, конечно, невозможно, но применение полимерных добавок позволило бы резко повысить их КПД.

Имеются определенные заделы в сохранении кольматационного слоя путем определенного укрепления его взрывом, что позволит увеличить КПД магистральных каналов, где облицовки практически невозможны.

В Средней Азии впервые в стране в широких масштабах внедрены облицовки каналов бетоном с помощью средств механизации, а также комбинированные облицовки бетоном по полиэтиленовым пленкам и лотковые каналы.

Непрерывно возрастает доля облицованных каналов. Только в Узбекистане за 10 лет длина межхозяйственных каналов в бетонной облицовке увеличилась на 2700 км, а внутрихозяйственных—на 3134 км. На землях с большими уклонами продолжается повсеместное внедрение закрытой трубчатой сети из асбестоцементных и железобетонных труб. В 1980 г. фактически КПД межхозяйственной сети доведен до 0,86, а КПД всей сети составил 0,61 против 0,48 в 1966 г.

В республике большая часть новых орошаемых земель сдается в эксплуатацию с высоким КПД и минимальными затратами воды на гектар. Примером может

служить Голодная степь, где КПД систем достиг 0,78—0,82, а удельные расходы воды не превышают 9,2 тыс. м³ в год на 1 га.

Повышение технического КПД оросительных систем и сохранение высокого КПД во времени требует определенного развития исследований, направленных на устойчивость, работоспособность и долговечность конструкций: облицовок, лотков и труб. Эксплуатационные исследования на действующих системах (Л. К. Калинин, В. К. Синяков, Е. В. Синякова, К. А. Васькович, В. А. Духовный и др.) показали, что срок службы бетонных облицовок и лотков оказался приблизительно в 1,5—2 раза ниже расчетных. Здесь мы видим решение в диагностике трещинообразования и разрушения бетона, их профилактическое «лечение» полимерными смолами, а также устройство надежных оснований бетонных облицовок, увеличение требовательности и контроля при устройстве антифильтрационных покрытий.

Оросительная сеть на значительной площади прокладывается на землях с большими уклонами, где экономически целесообразно широко переходить на полностью закрытую самонапорную сеть. Опыт эксплуатации таких сетей в Средней Азии имеется, однако при диаметрах до 550 мм, уложенных из асбоцементных труб и эксплуатирующихся с 1958—1960 гг. В настоящее время в ГСКБ по ирригации создана технология малонапорных бетонных труб «Фархад» большого диаметра, в САНИИРИ совместно с Каракумстроем—полимербетонных труб на базе фурановых смол. В САНИИРИ (Павлов Г. Н.) разработаны конструкции стояков, снимающих напоры в трубах и предотвращающих возможность создания воздушных пробок. Развитие и применение этих конструкций должно способствовать повышению надежности, снижению эксплуатационных затрат и переходу на сеть из полностью закрытых труб с техническим КПД сети, близким к единице.

Технический КПД каналов и сети отличается от реального на величину организационных потерь, включающих как технологические потери (обязательные попуски, заполнение бьефов), так и внеплановые сбросы, вызванные неувязкой водопотребления и водоподачи. Наблюдения, проводившиеся на совершенных оросительных системах, показывают, что эти потери

составляют 3,2—6,0%, при этом меньшая цифра относится к потерям в многоводные годы. На плохо оборудованных сооружениями системах эти потери достигают 10—18%.

Еще хуже обстоит дело с водомерностью сооружений, средний уровень не превышает 21% по стране в целом.

Армирование всей сети сооружениями и водомерами должно обеспечить снижение этих организационных потерь на 7—8%. Для этого необходимо решить в масштабе страны проблему централизованного изготовления и поставки водомерных устройств. Целесообразно было бы организовать комплексные промышленные предприятия для изготовления железобетонных водомерных устройств, тарирования и отправки в таком виде на объект. На армированных сооружениями системах для улавливания сбросов, особенно возникающих в начале и конце вегетации, а также в ночной период там, где для этой цели недостаточно емкости бьефов каналов, большой эффект могут дать водохранилища и бассейны суточного регулирования. Наблюдения на системе Южного Голодностепского канала показали, например, необходимость создания концевого водохранилища емкостью 300—400 млн. м$^3$ из стока 5,2 км$^3$ в год, что позволит дополнительно оросить 30—40 тыс. га в Фаришской степи.

Намечаемое повышение КПД (почти в 1,5 раза) не означает, однако, равнозначного увеличения объема водных ресурсов. Сокращение потерь на оросительных системах приводит к уменьшению объема возвратных вод, потребление которых с увеличением дефицита воды все более возрастает. Поэтому в первую очередь необходимо повышать КПД на землях и неиспользуемыми возвратными водами.

В последующем повышение КПД и в зонах интенсивного возврата также необходимо, оно будет иметь большое экологическое значение по улучшению качества воды.

Другим крупным резервом экономии воды является повышение КПД техники полива. К сожалению, совершенствование техники полива в основном рассматривается как средство повышения производительности труда, с учетом достижений, обусловленных внедрением широкозахватной дождевальной техники. Но основ-

ная цель совершенствования техники полива—повышение КПД поля. Здесь, например, дождевание эффективно только при высокой влажности воздуха (в зонах неустойчивого увлажнения и полусухих степей этот показатель составляет 55—65%). В таких условиях КПД техники полива при дождевании составляет 0,75—0,81. В то же время при сухом климате пустынь и полупустынь, когда влажность падает до 30—45%, КПД поля не превышает 0,7. В некоторых опытах по дождеванию в Каршинской степи и на адырах Ташкентской области КПД техники полива при дождевании снижался до 0,62. Поэтому в этих зонах основным способом полива остается бороздковый полив, КПД которого может быть повышен от 0,62—0,65 до 0,82. Для этого необходимо проведение следующих мероприятий: выбор оптимальных параметров борозды и поливного стока; высококачественная капитальная и эксплуатационная планировка поверхности полей; автоматизированная и механизированная техника распределения воды в борозды; повторное использование сбросных вод; суточное регулирование стока воды внутри хозяйств.

В настоящее время для распределения воды в борозды имеются следующие средства: поливные закрытые стационарные трубопроводы, лотки автоматизированного полива, переносные жесткие и полужесткие трубопроводы, переносные гибкие трубопроводы, машины для полива в движении, однобортные оросители и горизонтальные спланированные постоянные поливные участки, неразряжающиеся сифоны, поливные трубки.

Внедрение совершенной техники полива происходит крайне медленно. В настоящее время поливом из гибких и жестких передвижных трубопроводов, из стационарных поливных труб, капельными и внутрипочвенными системами орошения охвачено всего 10% площадей, а ведь эффективность техники полива обусловлена не только механизацией труда, улучшением равномерности увлажнения, но и сокращением непроизводительных потерь воды.

С учетом огромных площадей, на которых требуется поверхностный полив (9 млн. га по стране в целом), стоимость работ по повышению КПД поля, видимо, должна составить в ближайшие годы 3—4 млрд. руб. Настало время решить вопрос об организации этих работ. Для зоны дождевания Минводхозом СССР соз-

даны РПО «Полив», однако неясно, кто будет заниматься организацией поверхностного полива.

Представляется целесообразным разработать целевую программу повышения КПД поля при поверхностных поливах и осуществить ее за счет централизованных капиталовложений через централизованную службу, включающую промышленное производство поливных трубопроводов, поливных машин, механизмов и т. д.

Внедрение указанных рекомендаций позволит снизить непроизводительные потери воды в поле до 1,4 тыс. м³/га, а при дальнейшем совершенствовании техники полива и оснащении земледелия системами автоматизированного полива—до 0,6 тыс. м³/га.

Таким образом, современный технический уровень оросительных систем позволит довести безвозвратное водопотребление в среднем до 10 тысяч м³/га, а в отдельных зонах и того меньше. Такой показатель будет достигнут в Средней Азии повсеместно к 1990 г. в зависимости от темпов реконструкции и внедрения новой техники.

Однако уже сейчас необходимо вырабатывать такие технические и научные решения, которые позволили бы в дальнейшем ограничить уровень безвозвратного водопотребления на комплексный гектар и объем производимой на нем продукции. Эти решения должны создаваться на базе как прикладных, так и фундаментальных исследований.

Если мы рассмотрим структуру современного водопотребления поля, то мы обнаружим, что при нынешних способах полива почти половина суммарного водопотребления затрачивается на транспирацию и столько же на физическое испарение (табл. 12). Эти данные получены в САНИИРИ на основе сравнительных полевых исследований водопотребления при разных способах полива и подтверждены нашими теоретическими расчетами.

В то же время, если удастся сократить непродуктивное физическое испарение за счет уменьшения влажности почвы при бороздковом поливе, то одновременно может быть значительно снижено и суммарное водопотребление и главное—увеличена доля транспирации. Снижение поверхностной влажности может быть достигнуто мульчированием; внесением определенных калориметрических добавок, уменьшающих отражение почвы, наконец, специального вида агротехническими

Таблица 12

Водопотребление и его составляющиеся в зависимости от техники полива

| Способ орошения | Средняя влажность, % ППВ | | Суммарное испарение, % к бороздковому | Доля транспирации от суммарного испарения, % |
|---|---|---|---|---|
| | поверхности | корнеобитаемого слоя | | |
| Бороздковое | 50 | 80 | 100 | 57 |
| Дождевание | 58 | 75 | 103 | 46 |
| Внутрипочвенное | 25 | 85 | 92 | 67 |
| Капельное | 25 | 85 | 71 | 87 |

обработками, которые повышают диспергирование поверхностного слоя почвы.

Другое направление прикладных работ по снижению водопотребления вырисовывается из анализа «транспирация—коэффициент влажности слоя» и «физическое испарение—коэффициент поверхностной влажности». Прослеживается четкая связь испарения с влажностью поверхностного слоя (рис. 12). Несмотря на снижение коэффициента влажности слоя (намного ниже рекомендуемого—60—70% ППВ), какого-либо заметного или значительного снижения транспирации не наблюдается при отсутствии угнетения растений хлопчатника и достаточно развитой по глубине в этот период (1,2—1,3 м) корневой системе, которая лишь на 35% находилась в состоянии оптимального увлажнения. Это показывает возможность подходов к управлению поливами—в частности, в перспективе с развитием управляемой субирригации, уровень увлажнения в которой будет регулироваться, постепенно снижаясь по мере углубления корневой системы растения.

Подобно тому, как нормальная жизнедеятельность человека и животных может проходить при ограниченном водоснабжении, точно так же возможно приучать к экономичной транспирации и любые растения. Здесь совершенно новые перспективы открывает управление транспирационным аппаратом, над которым ведутся работы в фундаментальных науках. В частности, в Институте физиологии растений АН СССР, Институте экспериментальной биологии растений АН УзССР ве-

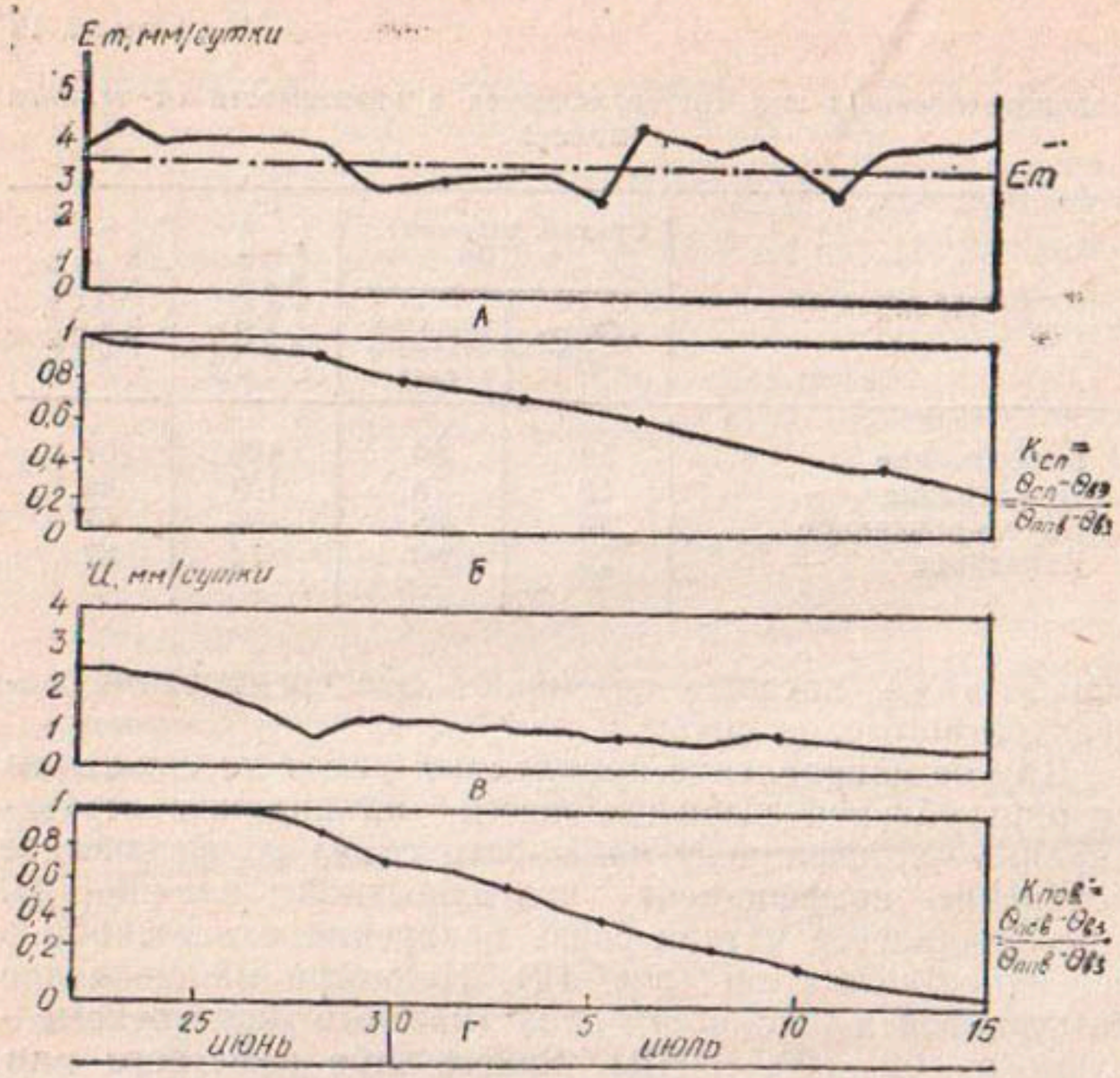


Рис. 12. Связь транспирации и испарения хлопчатника с влажностью поверхностного слоя. *А*—траспирация, мм/сут; *Б*—коэффициент влажности продуктивного слоя; *В*—физическое испарение, мм/сут; *Г*—коэффициент влажности поверхностного слоя.

дутся работы по изучению межклеточного водообмена, которые показывают возможность воздействия на механическую регуляцию водообмена и водоудерживающую способность растения снижением осмотического давления, обработкой агентами пограничных мембран корней, опрыскиванием хлопчатника в фазу цветения хлорхолинхлоридом для увеличения связной воды, а также выведением засухоустойчивых сортов растений.

В области водных ресурсов, их формирования и качества, а также мелиорации земель наряду с другими направлениями НТП большое значение имеет удешевление всех водохозяйственных и мелиоративных работ по капитальным вложениям, приведенным затратам и их фондоемкости. Сложившаяся тенденция привела к

увеличению в последнее десятилетие основных фондов по всем видам водопользования более чем в 2 раза (табл. 13).

Таблица 13

**Рост основных фондов на 1 км³ водозабора** (в млрд. руб. на 1 км³) в СССР*

| Водопользователь | Годы | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1970 | 1975 | 1980 | 1983 |
| Жилищно-коммунальное хозяйство | 0,42 | 0,53 | 0,78 | 0,79 |
| Промышленность (без гидроэнергетики) | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| Мелиорация | 0,09 | 0,20 | 0,24 | 0,26 |
| Энергетика | 0,23 | 0,35 | 0,37 | 0,38 |
| Рыбное хозяйство | 0,10 | 0,12 | 0,06 | 0,07 |
| Средневзвешенное | 0,15 | 0,23 | 0,34 | 0,36 |

* Рассчитано по работе П. С. Непорожнего и данным «Схемы КИВР СССР».— Союзводпроект, 1983.

Повышение эффективности капиталовложений, в первую очередь должно быть осуществлено в орошении новых земель, в мелиорации, где, как видно, удельная фондоемкость выросла наиболее интенсивно — в 2,5 раза. Следует отметить, что, несмотря на почти 30-летний опыт комплексного освоения новых земель, за последние годы его эффективность снизилась. С целью ускорения отдачи и повышения окупаемости целесообразно здесь установить оптимальные соотношения и пропорции в капиталовложениях, не допускать отклонения от оптимальных размеров создаваемых хозяйств, особенно их разукрупнения в процессе освоения, изменения направления. При этом необходимо создавать такие комплексные проекты, которые ориентированы на создание и формирование не только отдельных хозяйств, но сразу районных АПК с их стабильными связями и всем набором необходимых организаций и сооружений. Наряду с этим необходимо пересмотреть многие технологии и средства механизации в строительстве водохозяйственных и мелиоративных объектов. Например, укладка закрытого горизонтального дренажа методом «полки» требует удельных капиталовложений 18—22 руб. на 1 м дрены при огромных затратах. Переход на бестраншейную технологию позволяет снизить в 2—3 раза стоимость и одновременно эксплуата-

ционные затраты. Однако применение этих технологий сдерживается отсутствием серийно выпускаемых машин. Аналогичное положение с созданием антифильтрационных покрытий из бетона, которые отличаются большой стоимостью, трудоемкостью и недолговечностью. Переход на прочные полимерные покрытия (нейрит, капрон) с защитой их дешевыми материалами (щебень, гравий, грунтоблоки) от непосредственного воздействия солнца и механических повреждений позволит устранить эти недостатки при решении укрепления защитного слоя на покрытии и всей облицовки на откосе.

Определенные нами выше основные направления НТП в регионе не всегда подкрепляются соответствующими усилиями в дальнейших исследованиях и разработках. Только незначительная часть исследований направлена на решение именно тех узких мест, которые выявились в развитии НТП в регионе. Поэтому, рассматривая каждый элемент мелиоративной или водохозяйственной системы с позиций выявления перспективы внедрения НТП, необходимо выбирать направление наибольшей эффективности, основываясь на возможной совокупной экономии приведенных затрат с учетом водного фактора и урожайности.

Таким образом, прогноз развития мелиорации и водного хозяйства в регионе показывает, что без научного планомерного внедрения НТП в направлении повышения продуктивности использования воды во всех отраслях народного хозяйства, равно как и в повышении управляемости водой, дальнейшее развитие региона практически невозможно.

Усиленное осуществление мер по рациональному использованию водных ресурсов в сочетании с дополнительным формированием стока даст возможность практически стабилизировать водопотребление в регионе на уровне 140 км$^3$/год. Для этого необходимо осуществить новый этап реконструкции для достижения безвозвратного водопотребления в 7,5—8,2 тыс. м$^3$/га в орошаемом земледелии и соответствующего снижения других затрат воды.

Все это требует осуществления коренных организационных мер как в отрасли, так и во всем АПК, направленных на применение экономических рычагов стимулирования НТП в регионе.

# ГЛАВА IV

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОГО МЕХАНИЗМА И УПРАВЛЕНИЯ ОТРАСЛЕВЫМ РАЗВИТИЕМ С УЧЕТОМ НТП

Известно, что осуществление научно-технических преобразований охватывает значительный круг деятельности, посредством которых разработки науки и технические новшества воплощаются в материальную сферу и могут дать большой общественный эффект. В ускорении технического прогесса важно, что бы его направления совпадали с социально-экономическими интересами сегодняшнего дня. Но чем более коренной организационной ломки требует это, тем большие руководящие, административные, организационные и экомические рычаги необходимо привести в действие для успешного прохождения всего процесса внедрения и превращения научных достижений в реальную производительную силу.

В мелиорации и водном хозяйстве Средней Азии в настоящее время хозяйственно-управленческий механизм недостаточно соответствует сложным задачам регионального развития. Как известно, существует определенный параллелизм в выполнении строительных, эксплуатационных и других работ между двумя-тремя внутриотраслевыми организациями даже на территории одной республики.

Управление эксплуатацией разобщено на ряд нечетко стыкующихся организационных управленческих форм. Управление эксплуатацией верхнего уровня иерархии ВХК на уровне бассейнов рек по Амударье и Сырдарье находится в руках шести-восьми организаций по каждой зоне. Лишь на Зарафшане таких организаций две. Отсутствие единого управления ВХК порождает непроизводительные потери воды, о которых говорилось выше, и недостаточно увязывают функции связи двух уровней иерархии ВХК.

Еще хуже положение с эксплуатацией мелиоратив-

ных систем на территориальном уровне нижнего звена ВХК. До последнего времени она была разорвана на две составляющие—межхозяйственную, находящуюся в руках органов Министерства водного хозяйства, и хозяйственную, эксплуатируемую отраслями водопользователями (сельского хозяйства, плодоовощного хозяйства и др.). Между этими двумя стыкующимися частями оросительной системы существовала огромная разница как по техническому состоянию, так и по уровню эксплуатации.

Казалось бы все ясно—мелиораторы создают новое повышенное плодородие земель путем обеспечения необходимых режимов увлажнения и рассоления почв, а труженики полей используют это повышенное плодородие для получения высоких урожаев сельхозкультур. Где используют? Бесспорно, на поле, где формируется, выращивается и достигается этот высокий урожай. Значит, и распределение обязанностей вроде должно происходить на границе поля—мелиораторы подают воду в нужные сроки, нужном количестве и оптимальном качестве, непосредственно к полю, они же следят за работой дренажных и водоотводящих сооружений от поля с тем, чтобы обеспечивать солевую вентиляцию почвы. Кому как не им—людям, знающим законы управления водой, справиться с этим? А уж использование земли в поле с помощью этой воды, агротехнических и других мероприятий во всем их многообразии и сложности—дело хозяина поля, бригады, бригадира.

К сожалению, такого определенного и ясного распределения ответственности между двумя ведущими отраслями в агропромышленном комплексе до октябрьского (1984 г.) Пленума ЦК КПСС не имелось.

Действительно, главный рубеж между водным хозяйством и земледелием проходит по границе хозяйств —межхозяйственную оросительную и коллекторно-дренажную сеть эксплуатируют органы минводхозов республик за счет государственного бюджета, а внутрихозяйственную сеть—сами колхозы и совхозы на свои средства.

Эксплуатируют — значит содержат, управляют, поддерживают в исправном состоянии, ремонтируют, если надо реконструируют, повышают технический уровень, осуществляют определенную систему наблюдений и информации. Если все это относится к межхозяйственной сети, то действительно все эти функции выполняют

подразделения водного хозяйства на высоком инженерном уровне. А по внутрихозяйственной сети хозяин ее лишь управляет водой, выполняет мелкий ремонт, отчисляет амортизацию. Ремонтируют же внутрихозяйственную сеть, очищают от заиления и зарастания те же водники, если у хозяйств есть в промфинпланах деньги, если заранее составлены сметы и проекты, если работа включена в планы подрядных организаций и т. д.

Много организационных неполадок с совершенствованием внутрихозяйственной сети. Сейчас оно планируется по трем показателям: повышение водообеспеченности, улучшение мелиоративного состояния земель и планировка земель. По первому показателю должны выполняться меры, связанные с борьбой с потерями воды в каналах и повышением КПД, а также реконструкцией водозаборов; по-второму—строительством нового дренажа или заменой несовершенных видов дренажа на совершенные (закрытый или вертикальный). Планируются, выполняются и отчитываются за эти работы опять минводхозы республик. Где делать эти работы, на каком техническом уровне—решают опять-таки водники, правда, по согласованию с сельскохозяйственными организациями, но по мере своих сил, технических возможностей и... наличия ресурсов, оставшихся от ввода новых земель и крупных водохозяйственных сооружений. В результате, если сравнить состояние внутрихозяйственной и межхозяйственной сетей, правильность и одновременно несуразность такого положения проявляется очень наглядно.

Действительно, с 1970 по 1980 гг. затраты на эксплуатацию межхозяйственной сети в целом по стране возросли в два раза, а внутрихозяйственной — лишь на 15%. Еще хуже положение в среднеазиатских республиках, в Узбекистане, например, эти цифры составляют соответственно 23,3 и 51,11 руб/га по межхозяйственной и 15,5 и 17,8 по внутрихозяйственной сети. На обслуживание 1000 га по внутрихозяйственной сети приходится 1,5 человека, а межхозяйственной—4,4, хотя стоимость внутрихозяйственных фондов на современных оросительных системах почти в два раза больше, чем межхозяйственных.

Описанная неразбериха в управлении внутрихозяйственной сети имеет и другие отрицательные стороны —за исключением зон, охваченных РПО «полив» (около 2% всех орошаемых земель), водохозяйственные

организации не занимаются на существующих землях внедрением новой техники полива, а у сельскохозяйственных организаций, особенно в аридной зоне, не хватает сил, средств, знаний и техники. Вот и получается, что управление поливом—одно из главных средств равномерности увлажнения—остается без присмотра, тем самым способствуя снижению работоспособности и потере урожаев.

Таким образом, представляются совершенно обоснованными изменения структуры и принципа хозяйственного управления отраслью, намеченные октябрьским (1984 г.) Пленумом ЦК КПСС, где обращено особое внимание на необходимость улучшения управления водным хозяйством. Одновременно принято решение о передаче всей ответственности за эксплуатацию мелиоративных систем Министерству мелиорации и водного хозяйства СССР и его организациям.

Структура управления отраслью при этом складывается следующим образом.

Формирование, распределение, учет, прогноз и охрана водных ресурсов всех видов концентрируются в единых руках под эгидой специально создаваемых главных управлений водохозяйственных комплексов. Этим главным управлениям передаются все основные сооружения на стволе и основных притоках, органы гидрологического учета и прогноза, а также контроль за использованием подземных, местных и других вод. В качестве аппарата оперативного управления этими комплексами принимаются меры по резкому ускорению строительства и ввода в эксплуатацию автоматизированных систем управления бассейнами рек Сырдарьи и Амударьи (АСУБ).

Вновь создаваемым главным управлениям водохозяйственных комплексов поручается перевод всех водохранилищ на режим многолетнего регулирования, ориентируясь на долгосрочные прогнозы, установление режима водопользования с учетом изменяющихся погодных условий, а также режима отбора подземных вод из скважин, пробуренных за счет средств на маловодье. Одновременно создаются условия для установления условных стоимостных показателей водных ресурсов с дифференциацией их по качеству с целью оценки деятельности водохозяйственных эксплуатационных организаций по экономии водных ресурсов, использованию различных вод как поверхностных, так

подземных и возвратных, сбросу недоброкачественных вод и др. (на первом этапе без компенсации их сельскохозяйственными предприятиями).

На основе этого будет введен на первом этапе условный хозрасчет между подразделениями Главного управления ВХК и организациями минводхозов республик и фактический—между водохозяйственными организациями и другими потребителями и загрязнителями (промышленным, коммунальным и другими хозяйствами). В последующем можно решить полный перевод на хозрасчет водохозяйственных и сельскохозяйственных органов за воду, особо с учетом ожидаемого роста стоимостей собственных водных ресурсов.

Такая система будет способствовать не только повышению заинтересованности всех в экономии воды, но и одновременно и возможности создания за счет указанных средств предприятий по централизованной очистке и деминерализации загрязненных и минерализованных вод.

Важной стороной работы ВХК должно стать перспективное планирование использования и развития водных ресурсов в бассейне с учетом перспективы изменения социально-экономической обстановки и народнохозяйственных задач, устанавливаемых перед регионом в общесоюзной специализации. Особое внимание должно быть уделено удовлетворению всех потребностей населения и экономики в перспективе.

Исходя из принципов социалистического подъема благосостояния трудящихся, распределение водных ресурсов между республиками и зонами на перспективу следует производить по дифференциации темпов роста трудоспособного населения и получения максимума народнохозяйственного эффекта в бассейне. Так, например, заложенное в схеме р. Сырдарьи распределение водных ресурсов приведет к тому, что удельный национальный доход в сельском хозяйстве в Узбекистане увеличится к 1990 г. на 31%, в Таджикистане—на 16%, в Киргизии — на 20%, а в Казахстане — более чем на 80%.

Приемка в соответствии с решением октябрьского (1984 г.) Пленума ЦК КПСС внутрихозяйственной сети в постоянную эксплуатацию органами водного хозяйства может идти либо в виде передачи ее с баланса хозяйств на баланс водохозяйственных организаций, либо на принудительное техническое обслужива-

ние на основе строгой периодичности ремонтов всех видов, постоянного диагностирования состояния сети. При этом должна быть внедрена определенная система экономических взаимоотношений, которая заинтересовала бы и эксплуатационников, и сельскохозяйственные органы в рациональном использовании земельно-водных ресурсов. Таким требованиям больше всего отвечает порядок усредненных зональных цен на внутрихозяйственное техническое и мелиоративное обслуживание, содержание, вододеление и водоотведение на системах, отнесенных к гектару орошаемых земель и выплачиваемых в процентах от средневзвешенного прироста продукции орошаемого гектара.

В зависимости от состава объектов внутрихозяйственной сети, нормальных сроков ремонтов составляется смета на полный объем подлежащих выполнению ремонтно-эксплуатационных работ, определяется калькуляция и стоимость 1 га орошаемых земель. Относится она к плановому объему расчетного прироста сельскохозяйственного производства на каждом гектаре мелиорированных земель. Если калькуляционная стоимость 1 га в хозяйстве оказывается меньше осредненной расчетной по зоне, то разница аккумулируется в едином централизованном фонде (в РАПО, ОблАПО или Минсельхозе республики), за счет которого вместе с 30% средств, выделенных из бюджета, покрываются затраты на удорожание калькуляционной стоимости других хозяйств и зон.

Такая система в противовес существующей подрядной методике выколачивания средств из хозяйств за выполненные ремонтные работы и стремлению завысить объемы, кубатуру и протяженность выполняемых работ создает заинтересованность водохозяйственных органов в осуществлении ремонтно-эксплуатационных работ минимальными силами и объемами и обеспечения за счет этого высокой работоспособности системы. С другой стороны, водохозяйственные организации непосредственно заинтересованы в получении максимальной продуктивности орошаемых земель, т. к. в соответствии с установленным тарифом на 1 га в % от плановой продуктивности гектара в зависимости от фактического превышения или недополучения этой продуктивности эксплуатационные органы будут получать плату с органов сельского хозяйства.

Система оплаты эксплуатационных работ в соответ-

ствии с утвержденным договором сопровождается введением штрафных санкций к органам водного хозяйства за невыполнение сроков ремонта и к сельхозорганам за сверхнормативный вывод сети из строя. В то же время сохранение высокой работоспособности системы при меньших объемах ремонтных работ будет поощряться премиальными доплатами как водным, так и сельскохозяйственным организациям.

Увеличение эксплуатационной нагрузки на органы минводхозов республик требует освобождения их от крупного водохозяйственного и мелиоративного строительства, передачи этих работ строительным главкам союзного и республиканского подчинения и сосредоточения усилий минводхозов, их баз и мощностей на совершенствовании эксплуатации и осуществлении широкой программы реконструкции оросительных систем, их автоматизации и т. д. Это может быть осуществлено при условии целевого материального и финансового обеспечения всех ремонтно-эксплуатационных работ и работ по реконструкции в полном объеме по линии госпланов, госснабов и минфинов республик, включая обеспечение новыми специализированными механизмами и сменными рабочими органами для комплексной механизации ремонтно-эксплуатационных работ.

Ввиду недостаточности таких машин требуется форсировать конструкторские работы и создать специальные машиностроительные предприятия. Целесообразно также при этом введение специальной премиальной системы поощрения работников эксплуатационных и сельскохозяйственных органов за достижение максимального получения продукции на единицу воды.

Учитывая, что наряду с техническими потерями большой объем занимают так называемые организационные потери, вызванные неувязками в водораспределении и недостаточной постановкой учета воды, намечено организовать производство и установку средств учета воды на всех внутрихозяйственных водовыделах, произвести проверку фактических КПД, паспортизировать их как по нынешнему уровню, так и на перспективу, рассмотреть возможность строительства водохранилищ или перерегулировки в бьефах каналов суточного регулирования неравномерности водоподачи для ликвидации сбросов в ночное время.

Повышение технического уровня водопользования

требует, наряду с улучшением учета воды и минимизации непроизводительных сбросов, корректировки водопользования в зависимости от изменения климатических и почвенных факторов. Одна воднобалансовая станция может давать репрезентативную информацию на площади до 40—60 тыс. га, давать рекомендации по корректировке норм и сроков полива с затратами в пределах 1—2 руб./га и эффектом по воде в 800—1200 м³/га. Поэтому целесообразно в минводхозах республик создать специальную сеть эталонных ВБС для оперативной корректировки водопользования. Капиталовложения на создание ВБС не превышают 4—5 руб/га.

Одновременно должна быть развита дистанционная и наземная служба осуществления строгого контроля за расходованием воды на промывки. Такая методика отработана на примере Ферганской области в Узбекистане и позволяет с использованием космических и аэрофотосъемок откорректировать современные промывные нормы применительно к фактически сложившимся почвенным условиям.

Коренная перестройка внутрихозяйственной эксплуатации требует изменения внимания к внедрению передовых методов, способов и техники полива. Совершенствование техники полива в сочетании с планировкой земель способствует сокращению непродуктивных затрат воды, улучшению распределения воды, повышению работоспособности систем и достижению равномерности урожая. К сожалению, оросительная сеть проектируется без увязки с возможностью внедрения в перспективе совершенной техники полива. Если в зоне периодического увлажнения созданы специальные организации по технике полива—РПО «Полив», то в аридной зоне по сути никто не занимался этим важнейшим делом—ни Минсельхоз, ни Минводхоз. Поэтому всеми передовыми методами полива (гибкими жесткими трубопроводами, дождеванием, внутрипочвенным и капельным орошением) здесь охвачено менее 5% площадей. В связи с этим необходимо создать специальные организации в системе минводхозов республик по внедрению передовых методов полива на хозрасчетных началах, по аналогии с РПО «Полив», внедрение проводить вместе с перепланировкой земель. Хотя технически известны и имеется много совершенных способов поверхностного полива, но отсутствие серийного выпуска машин сдерживает применение новых средств в широком мас-

штабе. Серьезный толчок этому могла бы дать организация специального НПО на базе ГСКБ по ирригация, ряда промышленных предприятий по созданию и выпуску машин и механизмов для совершенствования бороздкового полива в аридной зоне. Его силами можно было бы развернуть применение дождевания в соответствующих природных условиях—на почвах повышенной водопроницаемости при близких пресных грунтовых водах, отсутствии ветров и засоления на площади 500—550 тыс. га в Средней Азии. В зонах садоводства на подгорных долинах, адырах, высоких склонах следует развивать капельное орошение, а в зонах овощеводства—внутрипочвенное орошение.

В свете указанных требований сейчас намечена коренная перестройка оросительных систем, недостатки которых были показаны выше. Эта перестройка основывается на осуществлении комплексного подхода к совершенствованию орошаемых земель, исходя из двух сторон его эффекта—внутрихозяйственного, получаемого в самом хозяйстве, и народнохозяйственного—включающего снижение удельных расходов воды, повышение занятости населения, возможности осуществления развития в других регионах.

Комплексная реконструкция должна начинаться с проекта. Подобно тому, как увязка всех технических мер по обеспечению высоких темпов роста продуктивности новых земель и экономного расходования воды производится в составе комплексного проекта освоения земель, техническое решение и повышение уровня староорошаемых земель должны производиться в составе схем совершенствования оросительных систем. Из этого не следует, что и проект реконструкции и его выполнение должны быть обязательно комплексными, т. е. включающими все возможные виды работ по совершенствованию оросительных систем. Если проект установит технологическую целесообразность раздельного выполнения работ, то оно может выполняться, как и ранее, по отдельным показателям.

Тем не менее именно в составе областных схем должны быть обоснованы: критериальный уровень оросительных систем для различных таксономических единиц области; объемы работ и эффективность их осуществления в комплексе и в раздельном (поэлементном) виде; выбор состава работ и порядок осуществления наиболее эффективного как в народнохозяйственном, так

и во внутрихозяйственном отношении. Эти схемы должны определить окончательно объемы и площади переустройства до эффективного критериального уровня и соответствующим образом учет всех работ и затрат на достижение именно этого уровня.

Методики оценки эффективности и выбора очередности работ по переустройству разработаны. Это позволит избежать тех малоэффективных и повторных работ, которые проводятся в настоящее время по трем показателям без достижения соответствующего эффекта, особо по воде, как это было показано выше.

Следует отметить, что реконструкция не является повсеместно первоочередным мероприятием. Так, по оценкам САНИИРИ лишь в четырех областях Узбекистана реконструкция на современном этапе целесообразна по внутрихозяйственному эффекту, а в девяти областях это мероприятие целесообразно по народнохозяйственному эффекту: в двух областях она вообще пока не целесообразна.

Исходя из указанных соображений, зонами первоочередного переустройства в Средней Азии являются системы КК АССР, Хорезма, Бухары, Ташауза, Чорджоуской, Ферганской, Кзыл-Ординской областей и ряд других районов.

В целом переустройство, работы по совершенствованию староорошаемых земель требуют коренного изменения принципов и подходов. Необходимо:

— завершить составление областных схем и ТЭО переустройства оросительных систем и на основе их выбор первоочередных зон переустройства и реконструкции;

— организовать широкий разворот работ по реконструкции оросительных систем особо в зонах высокой эффективности. При этом целесообразно реконструкцию проводить концентрированно, по одному хозяйству в год в каждом районе с тем, чтобы на один год высвобождать одно хозяйство от напряженного плана за счет перераспределения его на другие хозяйства района.

Комплексное переустройство орошаемых земель нацелено на повышение КЗИ, КПД системы, КПД техники полива, совершенствование мелиоративного режима. Но осуществляемая до сих пор частичная некомплексная реконструкция объясняется не только недостатком капиталовложений, но и спецификой этого мероприятия, отсутствием фронта работ, т. е. сложно-

стью их осуществления. Исследования и оптимизационные расчеты, проведенные САНИИРИ совместно с Минводхозом УзССР, показывают, что 10—12% площадей мелиоративного фонда, дополнительно освоенных и не внесенных в план посева, могли бы создать тот необходимый переходный задел, который позволил бы резко усилить темп комплексного переустройства, в частности, по Средней Азии он должен составить 160 тыс. га.

Это лишний раз подтверждает правильность выбранных принципов коренного изменения методов и организации работ по реконструкции с целью достижения оптимального развития региона. Как было показано выше, оптимальный народнохозяйственный эффект развития региона создается при достижении темпов комплексной реконструкции в Средней Азии до 100 тыс. га, в т. ч. по Узбекистану 70 тыс. га, в год при соответствующих темпах ввода новых земель 130—140 и 80—90 тыс. га в год. Сохранение же существующего сочетания ввода новых земель и реконструкции приведут к резкому снижению национального дохода и темпов валового производства сельскохозяйственной продукции, так как в результате водообеспеченность земель снизится до 70 % перераспределения стока. Только постоянные и целеустремленные меры дадут возможность постепенно снизить безвозвратное водопотребление на всей площади к концу века до 10,6 тыс. $м^3$/га (что кстати достигнуто на отдельных системах).

Осуществление указанных мероприятий в сочетании с межбассейновым перераспределением позволит через 50 лет увеличить площадь орошаемых земель в Средней Азии почти вдвое, по расчетам САНИИРИ, сможет давать при этом 13—14 млн. т хлопка-сырца, 22—25 млн. т зерна, 2 млн. т риса, 2 млн. т картофеля, 20 млн. т овощей и бахчи, 8—10 млн. т фруктов и винограда, 2,5 млн. т мяса, 12—13 млн. т молока. Таким образом, регион станет одним из основных поставщиков ценнейших продуктов питания и аграрного сырья для удовлетворения не только своих нужд, но и всей страны.

# ГЛАВА V

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРОГРЕССОМ В ОТРАСЛИ

Решения октябрьского (1984 г.) Пленума ЦК КПСС по развитию мелиорации в стране, долговременная стратегия партии в хозяйственной сфере ориентирует на интенсификацию экономики на основе ускоренного научно-технического прогресса.

Управление научно-техническим прогрессом—сложный и многогранный процесс. Цель его состоит в выборе важнейших научных направлений, сокращении сроков завершения исследовательских и опытно-конструкторских работ, скорейшем внедрении их в практику. Управление НТП включает в себя прогнозирование и перспективное планирование развития отрасли и прикладной науки, формирование организационного и хозяйственного механизма эффективного функционирования исследований, оперативное освоение их результатов в производстве.

В последние два-три десятилетия бурное развитие вычислительной техники коснулось практически всех сторон человеческой деятельности. В полной мере это относится и к научно-техническому прогрессу в отрасли мелиорации и водного хозяйства.

Громадное быстродействие и практически безграничная память современных ЭВМ позволяют в сжатые сроки обрабатывать значительные объемы информации. Богатые технические возможности электронной техники дают возможность решения сложнейших научных и практических задач. Так, уже вычислительная машина второго поколения типа БЭСМ-6 была способна ежесекундно совершать миллион арифметических и логических операций. Технические характеристики и удобства, предоставляемые пользователям современных машин третьего и четвертого поколений, стали еще более совершенными. Именно с безграничными возможностями

скоростной обработки больших объемов информации связано широкое применение ЭВМ.

В настоящей главе освещены некоторые вопросы использования методов прикладной математики и ЭВМ для прогнозирования и перспективного планирования мелиорации в Средней Азии с учетом внедрения достижений НТП.

Прогнозирование и перспективное планирование связано с рассмотрением многочисленных вариантов развития отрасли и выбором наилучших из них. Дело это достаточно сложное , требующее участия опытных специалистов в области мелиорации и водного хозяйства, экономистов, специалистов в области прикладной математики и вычислительной техники.

Почему невозможно находить рациональные пути развития мелиорации традиционными методами, интуитивно, «на глазок»? Рассмотрим, например, перспективное использование земельно-водных ресурсов в бассейне реки Сырдарьи. Здесь имеется шесть крупных водохозяйственных районов. Развитие сельскохозяйственного производства в каждом из них непосредственно зависит от количества оросительной воды: чем больше забирается ее в одном районе, тем меньше остается для других районов. Как найти оптимальные количества оросительной воды для развития водохозяйственных районов, чтобы их экономическое и социальное развитие протекало в наилучших условиях? Какие массивы староорошаемых земель и в какие сроки целесообразно подвергнуть реконструкции? Сколько и где экономически выгодно осваивать новые земли? Какие сельскохозяйственные культуры и на каких площадях необходимо и возможно развивать в каждом из орошаемых районов? Ответы на эти и подобные вопросы удается получить, используя методы экономической кибернетики, проводя соответствующие расчеты на высокопроизводительных электронно-вычислительных машинах.

При этом рассматривается широкий круг вопросов, начиная от урожайности различных сельскохозяйственных культур, прогнозирования водных ресурсов и кончая объемами капиталовложений, количеством трудоспособного сельского населения.

Математическое описание — модель — задачи рационального развития земельно-водных ресурсов в зоне орошения состоит в нахождении математических соот-

ношений двух видов. Одно из этих соотношений описывает конечную цель, которую стремятся достигнуть. Поэтому эта функция получила название целевой. В состав целевой функции входит формула урожайности производимых в регионе сельхозкультур. Решение задачи завершается, когда целевая функция достигает своего наибольшего или наименьшего значения (например максимального экономического эффекта или минимального срока окупаемости).

Целевая функция создается совместными усилиями мелиораторов, водников, экономистов и математиков. При этом анализируется значительная экономическая и технологическая информация.

Так, при выводе формулы урожайности собраны и обработаны представительные статистические данные по десяткам совхозов Голодной и Каршинской степей, других районов Средней Азии за весь период их развития. Учитывались такие показатели, как валовой сбор культуры, характеристика почв (бонитет), степень обеспеченности оросительной водой, основными фондами, минеральными удобрениями, кадрами механизаторов и т. п. По программе, составленной для ЭВМ, собранные данные были обработаны методами математической статистики. В результате для различных районов можно получить формулы, устанавливающие зависимость от природных и других факторов.

Аппарат математической статистики (в частности, факторный анализ), машинные расчеты позволяют установить влияние того или иного фактора на урожайность и, следовательно, ориентируют на принятие наиболее целесообразных хозяйственных решений.

Известно, что когда одна величина изменяется пропорционально изменению другой величины, то говорят о линейной функциональной зависимости. Заметим, что зависимость между урожайностью и различными природно-экономическими факторами имеет более сложный —нелинейный характер.

Естественно, что целевая функция может достигать своего наибольшего (или наименьшего) значения лишь при выполнении определенных условий, связанных с природными и технико-экономическими условиями. При формулировке математических оптимизационных задач эти дополнительные условия, которым должны удовле-

творять искомые решения задач, принято называть ограничениями.

В задачах рационального развития мелиорации и водного хозяйства такими ограничениями являются количество имеющихся водных ресурсов в речном бассейне; объемы потенциально пригодных для сельхозпроизводства земельных массивов и водохозяйственных районах; общие размеры капиталовложений в развитие мелиорации, водного и сельского хозяйства в регионе; наличие трудовых ресурсов и т. д.

Поскольку и целевая функция, и ограничения носят нелинейный характер, то задача оптимизации развития земельно-водных ресурсов относится к разделу нелинейного программирования. Методы численной реализации задач нелинейного программирования довольно сложны, их решение возможно лишь на высокопроизводительных ЭВМ. Использование вычислительной техники тем более необходимо, когда расчет осуществляется на длительную — порядка двадцати лет — перспективу.

Прогнозные расчеты на 20-летний период, рассмотрение нескольких взаимодействующих водохозяйственных районов, учет природной обстановки в этих районах, исследование условий для оптимизации мелиоративного режима в различных природно-климатических зонах, прогноз водных ресурсов с учетом многочисленных естественных и антропогенных факторов, анализ перспективных направлений научно-технического прогресса в водном хозяйстве и их социально-экономических последствий, наконец, связь этих вопросов с другими проблемами оптимизации народного хозяйства Среднеазиатского региона—все это делает решение задач рационального использования земельно-водных ресурсов в аридной зоне возможным лишь при использовании мощных вычислительных комплексов.

Сами по себе даже весьма сложные математические модели и быстродействующие ЭВМ не могут давать окончательных решений и рекомендаций по развитию мелиорации и водного хозяйства в регионе и отдельных районах. Они могут выполнять лишь роль консультанта-советчика. Окончательные решения принимаются опытными экспертами-специалистами в области мелиорации и водного хозяйства. Вычислительные комплексы при этом служат лишь помощниками при рассмотрении и анализе многочисленных вариантов хозяйст-

венного и социально-экономического развития. Поэтому роль человеческого фактора в условиях повсеместного использования электронно-вычислительной техники, автоматизированной системы управления постоянно возрастает. Эта тенденция будет сохраняться длительное время в период современной НТР.

Исходя из проблемно-целевого комплексного планирования глобальная цель развития водохозяйственного комплекса на базе орошения заключается в обеспечении такого развития водного и сельского хозяйства при котором достигалась бы возможность получения максимальной народнохозяйственной продукции в регионе при минимуме капиталовложений и максимальном использовании собственных природных и экономических потенциалов, включая использование роста трудоспособного населения.

С этой целью, используя принципы системного анализа, рассматриваемая проблема разбивается на взаимодействующие между собой блоки: «Водные ресурсы», «Сельское хозяйство», «Объекты нового орошения», «Население» и «Промышленность», о которых шла речь выше.

Решение региональной проблемы развития мелиорации на длительную перспективу в рамках единой модели затруднительно даже при использовании высокопроизводительных ЭВМ. Поэтому приходится прибегать к приему членения общей задачи на несколько подзадач.

В первой подзадаче рассчитывается социально-экономическая эффективность заданного распределения ресурсов в отдельно взятом районе по одной доминирующей сельхозкультуре—хлопчатнику—без ограничений по капиталовложениям.

Вторая подзадача—оптимизация использования земельных ресурсов (по одной сельхозкультуре) региона, состоящего из конечного числа связанных между собой водохозяйственных районов речного бассейна.

В третьей подзадаче отыскивается наиболее выгодное распределение земельно-водных ресурсов для производства основных сельхозкультур с учетом природных и экономических ограничений (в частности, обязательного выполнения директивных объемов производства сельскохозяйственной продукции в регионе).

Целостность модели обеспечивается единым критерием экономической эффективности, единым информа-

ционным обеспечением, взаимосвязью между программами (выходные данные одной программы могут быть исходными в другой).

Схема взаимодействия подзадач такова.

Первоначально на основе экспертных оценок и экономико-статистической информации задается некоторый набор исходных данных. Затем по первой программе происходит расчет задачи по ведущей сельскохозяйственной культуре (хлопчатнику) для всего региона. Расчет может корректироваться с учетом выполнения показателей и располагаемых водных ресурсов. Вычисления носят первоначальный характер с целью получения приближенных характеристик региона и, следовательно, прикидочных данных по каждому водохозяйственному региону (ВХР). Полученные данные вводятся во вторую программу, и расчеты ведутся для каждого из ВХР речных бассейнов региона.

В этой программе могут меняться исходные данные по техническим параметрам (например, различный мелиоративный режим), а также по используемым площадям и, следовательно, по социально-экономической эффективности. Результаты оптимизационных расчетов в водохозяйственных районах суммируются по всему региону. Полученные результаты используются третьей программой.

Вначале выясняется потребное количество водных ресурсов для выполнения плановых заданий по каждой из сельхозкультур. Излишек воды направляется на планирование производства наиболее выгодных культур. Таким образом, каждая из моделей (и соответственно каждая из программ) последовательно отсекает худшие в том или ином смысле варианты.

Первая и вторая программы работают для каждого ВХР. Результаты расчетов суммируются для всего региона и в случае необходимости корректируются.

Видеоэкран ЭВМ (дисплей) дает возможность эксперту-пользователю программ в режиме диалога вести вычислительный процесс, активно вмешиваясь в него. Поэтому за вводимыми исходными данными, корректировками и результатами можно наблюдать непосредственно.

Как отмечалось, при конструировании моделей широко использована статистическая обработка представительных совокупностей экономических и технических

данных многолетних наблюдений. Математическое моделирование состоит при этом в выборе вида уравнений, описывающих статистические данные.

По разработанным программам построены аналитические зависимости и выявлены соответствующие тенденции для различных технических, экономических и социальных параметров развития мелиорации, водного и сельского хозяйства региона: урожайность хлопчатника в зонах с различными бонитетами, урожайность риса и других сельхозкультур, влияние на нее обеспеченности оросительной водой с той или иной степенью минерализации, а также удобрениями, основными фондами и ресурсами; подрусловой сток в водохозяйственных регионах речных бассейнов Аральского моря; динамика сельского населения и т. д.

Математические модели и их численная реализация на ЭВМ позволяют «проигрывать» различные варианты развития моделируемых объектов. Варьируя различными параметрами экономико-математической модели, можно выбрать наиболее целесообразные и приемлемые их сочетания и, следовательно, определить эффективную стратегию капитальных вложений.

Математическая модель, объективно отражающая реальные исследуемые процессы, позволяет прогнозировать поведение технико-экономических систем в перспективе. Таким образом, ЭВМ с соответствующим программно-математическим обеспечением может служить своеобразным экспериментальным полигоном, где специалист может выбирать те или иные варианты хозяйствования. В частности, исследуя пути развития мелиорации, можно оценить влияние различных технических решений. При этом можно заложить крайние технические показатели, например, полный перевод зоны на капельное орошение в автоморфных условиях, внутрипочвенное орошение в полуавтоморфных условиях и т. д.

При моделировании развития мелиорации учитываются особенности развития среднеазиатского региона (дефицит водных ресурсов, высокие темпы роста сельского населения, хлопковая специализация агропромышленного комплекса, специфика природных условий аридной зоны).

Наиболее рациональное распределение орошаемых площадей в водохозяйственных регионах (в частности, темпы ввода новых земель и реконструкции старых

оросительных систем) находится во взаимосвязи с директивными (плановыми) установками по производству сельскохозяйственной продукции, объему возможных капиталовложений в мелиорацию, потенциальными возможностями водных ресурсов в каждом из водохозяйственных районов речного бассейна.

В условиях дефицита водных ресурсов в Средней Азии важнейшее значение имеет переустройство староорошаемых земель, с помощью которого должен быть достигнут перевод орошаемого земледелия на более высокий технический уровень за счет совершенствования оросительной сети, техники полива, создания оптимального мелиоративного режима и соответствующей работоспособности системы.

Расчеты, приведенные на ЭВМ по описанным моделям рационального использования земельно-водных ресурсов среднеазиатского региона, позволили выявить различные направления развития мелиорации и водного хозяйства, в частности, оптимальные соотношения между вводом новых земель и переустройством в Узбекистане до 2000 г. В качестве базового варианта, служащего критерием оценки эффективности всех рассмотренных вариантов, принято «замораживание» на нуле ввода земель и переустройства. Базовый (нулевой) вариант, таким образом, отражает тенденцию роста урожайности и увеличения валового производства на базе уже выделенных ранее в орошаемое земледелие капитальных вложений.

Объем производства сельскохозяйственной продукции зависит от темпов нового освоения и реконструкции земель. Без освоения и реконструкции рост его минимален.

Оценка эффективности того или иного варианта, отличающегося темпами ввода новых орошаемых земель и реконструкции староорошаемых территорий, проводилась как по окупаемости капиталовложений по уровню среднего (или конечного) года, так и по суммарной окупаемости по методу остаточных затрат с учетом фактора времени.

Варианты с площадью ежегодного ввода новых земель 50 тыс. га отражают предложения ряда ученых, считающих, что за счет уменьшения усилий по освоению новых земель необходимо форсировать переустройство оросительных систем в пределах выделяемых капиталовложений. Эти варианты отличаются самым низким

объемом валовой продукции сельского хозяйства и самой низкой окупаемостью: от 8—9 до 12 лет по среднему году. Они же отличаются наименьшей величиной социального эффекта, т. е. обеспечивают минимальную занятость трудового населения.

Ввод земель до 80 тыс. га/год при объеме переустройства 80—100 тысяч га/год несколько улучшает экономические показатели по сравнению с предшествующими вариантами.

Наиболее эффективной оказалась группа вариантов с темпами ввода 50 тыс. га при переустройстве 80 тыс. га/год, а также с темпами ввода 100 тыс. га при переустройстве 80—100 тыс. га/год.

Рассмотрение этих трех групп вариантов с окупаемостью по конечному году от 3,1 до 3,5 лет и с учетом фактора времени 2,2—2,5 лет показывает, что по капитальным вложениям наиболее приемлемым является вариант с объемом реконструкции и нового освоения по 80 тыс. га, увеличение капиталовложений —на 300 млн. руб. в год по сравнению с существующими объемами капвложений.

Использование экономико-математических методов и ЭВМ при прогнозировании и перспективном планировании развития мелиорации, водного и сельского хозяйства, как и других сфер человеческой деятельности, — характерная черта современного научно-технического прогресса.

Лавинообразный рост управленческой, производственной, проектной и научной информации, с одной стороны, бурный рост вычислительных и микропроцессорных средств, с другой стороны, привели к постоянно растущему использованию кибернетики и прикладной математики в самых различных сферах отрасли мелиорации и водного хозяйства.

На ЭВМ ВЦ в организациях Минводхоза эксплуатируют подсистемы АСУ строительства, отрасли, автоматизируют управление эксплуатацией ГМС, ведутся научные и проектные проработки.

ВЦ проектных институтов накопили опыт решения автоматизированного проектирования ряда задач. Так, ВЦ института «Узгипроводхоз» успешно решает задачи планировки земель, доводя их до выдачи готовой рабочей документации. Внедрение достижений в области искусственного интеллекта может принципиально изменить характер работы проектных учреждений от-

расли. Одним из важнейших путей совершенствования рационального использования водных ресурсов в регионе в ближайшей перспективе является функционирование информационно-управляющих комплексов бассейнов основных рек региона.

АСУ бассейна будут представлять собой человеко-машинные системы, обеспечивающие автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления водораспределением в основных речных бассейнах региона.

Главной целью разработок по совершенствованию информационно-управляющих комплексов АСУ бассейнов является обеспечение эффективного оперативного управления подкомандными водными ресурсами. Эта задача сводится к обеспечению водой всех потребителей бассейна в строгом соответствии с диспетчерским планом—графиком водоподачи во всем диапазоне его изменения при условии сохранения экологического равновесия в регионе.

С качеством функционирования АСУ бассейнов связаны разработка эффективных методов прогноза состояния водных ресурсов на ближайшую и дальнюю перспективу, надлежащее организационно-правовое и информационное обеспечение, решение ряда других научных, проектных, технических и социальных аспектов.

Глобальной перспективой до 2010 г. является развитие АСУ от локальных информационно-советующих систем для отдельных водохозяйственных объектов до управляющей системы в масштабе союзного министерства.

Эффективное автоматизированное управление мелиоративными объектами связано с преодолением ряда трудностей теоретического и практического характера. К ним относятся отсутствие достоверных методов прогноза водных ресурсов на перспективу, недостаточное обоснование нормативов в эксплуатации водохозяйственных систем и сооружений, низкий уровень подготовленности многих гидромелиоративных систем к внедрению автоматизации, нехватка типовых датчиков для измерения параметров систем и др.

Кибернетизация и математизация все больше затрагивают не только традиционные области управления водохозяйственными комплексами и другими производственными объектами, но и способствуют автоматизации

научных и проектных разработок. Так, автоматизированная система научных исследований (АСНИ) до проведения натурного экспериментирования предполагает осуществление «вычислительных экспериментов» на ЭВМ. В АСНИ составляется оптимальный план научного исследования в соответствии с развитием идеологии планируемого эксперимента.

Обязательным элементом любой научно-проектной разработки становится математическое моделирование исследуемых или проектируемых объектов и процессов. Математическая формализация реальной задачи, как известно, заключается в переводе задачи с языка проблемно-содержательного (водохозяйственного, мелиоративного, экономического, гидротехнического и т. п.) на язык абстрактных математических схем и моделей. Математическая модель — это абстракция реальных объектов и явлений, в которой интересующие исследователя отношения между реальными элементами заменяются подходящими отношениями между математическими объектами.

В ближайшие годы будет смоделирован широкий круг проблем мелиорации и водного хозяйства, включая экономико-организационную проблематику. Банк моделей будет обязательным элементом ВЦ НИИ водохозяйственного профиля и будет обслуживать абонентов из учреждений, заинтересованных в соответствующей информации. Информационные банки данных будут обслуживать банки моделей, а также играть самостоятельную роль справочников и советующих систем.

Моделирование становится важнейшим элементом проектной практики. Оно позволит автоматизировать и оптимизировать нахождение проектных решений. Разработка и повсеместное внедрение автоматизированных систем проектирования (АСПР) существенно ускорит составление проектов, поможет делать их оптимальными.

Перспективное планирование, связанное с ним оперативное планирование и управление деятельностью водохозяйственных организаций во многом зависят от степени использования больших потенциальных возможностей современной вычислительной техники и прикладной математики.

Повсеместное внедрение зарекомендовавших себя типовых систем оперативного планирования, подготов-

ки и управления строительным производством, разработок по материально-техническому снабжению и другим подсистемам АСУ должны принципиально изменить пока еще доминирующие «ручные» методы управления.

Оптимизация планирования как перспективного, так и текущего, внедрение оптимизационных методов управления водохозяйственным строительством и эксплуатацией, решение многих других задач отрасли существенно зависит от соответствующей организации вычислительных комплексов. Так, в Ташкенте в настоящее время ЭВМ третьего поколения есть в ГИВЦе Главсредазирсовхозстроя, институтах «Средазгипроводхлопок», «Узгипроводхоз», в нескольких организациях республиканского Минводхоза, САНИИРИ им. В. Д. Журина.

Использование ЭВМ в отрасли целесообразно в условиях единого вычислительного центра коллективного пользования (ВЦКП).

Развитая сеть вычислительных комплексов позволит получать эффективные научные, проектные и производственные решения, будет способствовать успешному решению многих актуальных проблем мелиорации среднеазиатского региона.

# ГЛАВА VI

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИНТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ ОРОШЕНИЯ В СРЕДНЕЙ АЗИИ

Проблема защиты природной среды от загрязнения в условиях научно-технического прогресса требует разработки комплекса мероприятий, направленных на улучшение взаимоотношений человека с окружающей средой. Воздействие хозяйственной деятельности человека на природную среду резко возросло за последние 30—40 лет, особенно в области сельского хозяйства. Площадь орошаемых земель в мире увеличилась до 235 млн. га, т. е. в три раза по сравнению с 1950 г. В Китае, Индии, США, СССР сосредоточено до 60% всех орошаемых земель. Ежегодно в земельные угодья вносится 500 млн. т минеральных удобрений, около 3,0 млн. т различных ядохимикатов, из которых до 30% смывается в водотоки или задерживается в атмосфере. Энергетические мощности в мире удваиваются каждые 12 лет, а объем промышленной продукции за 15 лет. Тепловые электростанции и промышленные предприятия в результате сжигания топлива выбрасывают в атмосферу 20 млрд. тонн двуокиси углерода и 150 млн. тонн сернистого газа. В последние годы выявлено влияние возрастающего количества аэрозолей в атмосфере на прозрачность воздуха, солнечную радиацию и температуру поверхности почв. Нарастание антропогенных нагрузок на атмосферу влияет на изменение регионального и глобального климата.

По прогнозу М. И. Будыко (1981), удвоение количества $CO_2$ в атмосфере повысит температуру воздуха в приземном слое на 1,5—2° в результате «парникового эффекта». Ожидается в течение последующих 60—70 лет поднятие уровня Мирового океана в среднем на 1,5 мм в год, возрастание числа засух, быстрое стаивание ледников. По данным натурных наблюдений САРНИГМИ, за 15 лет на ледниках Абрамова, Федченко и других

отмечается деградация оледенения, в результате которого ледники Средней Азии теряют ежегодно более 1 км³ льда. Так, летом 1983 и 1984 гг. максимально наблюденная положительная температура на всех ледниках, расположенных на высоте от 1000 до 4000 м, превысила в два раза среднемноголетний уровень максимальных значений положительных температур.

Интенсификация и расширение сельскохозяйственного производства стали мощным фактором воздействия на природу. Под влиянием этого воздействия изменяются почвы, растительность, животный мир, гидрологические и гидрогеологические условия местности, качество воды рек, озер и воздуха.

В последнее десятилетие резко возросло внимание к проблемам, связанным с проявлением процессов опустынивания, которое приобрело уже глобальный характер. Каждый год, по данным ООН, становятся непригодными для использования от 5,0 до 70 млн. га плодородных земель, в основном вследствие антропогенного опустынивания. В настоящее время зона развития опустынивания охватывает почти шестую часть мира.

Ирригационное опустынивание или вторичное засоление возрастает с увеличением масштабов орошения в крупных регионах аридной зоны. Засоление земель развивается на севере Африки, Ближнем Востоке, севере и юге Америки, в Австралии и Азии и охватывает площадь около 120 млн. га. Подъем уровня грунтовых вод высокой минерализации стал проблемой США на площади 3,5 млн. га, расположенной в районе Великих Равнин, а также в Канаде, Индии, Турции, Иране, Австралии и других странах.

По решению Организации Объединенных Наций 1980—1990 гг. объявлены Международным десятилетием воды. Возникновение этой проблемы обусловлено высокими темпами роста водопотребления — до 5—6% в год, а в отдельных странах—до 10—12%. Около 75% безвозвратного водопотребления приходится на сельское хозяйство. Возрастание сбросных и дренажных вод, насыщенных агрохимикатами, а также промышленных и бытовых стоков, сбрасываемых в реки, при одновременном уменьшении стока последних приводит к интенсивному загрязнению водных ресурсов.

Строительство новых водозаборных гидротехнических сооружений, каналов и водохранилищ резко улуч-

шило водообеспеченность почти всех областей региона, одновременный водозабор в каналы только по р. Амударье в вегетационный период возрос до 5000—6000 м³/с. В маловодные годы полностью прекращаются даже санитарные попуски ниже гидроузлов Казалинск на р. Сырдарье, Тахиаташ на р. Амударье. Так произошло в 1982 г., когда впервые за последнее тысячелетие приток в Аральское море был равен нулю. Однако строительство крупных бесплотинных водозаборов, каналов в земляных руслах значительной протяженности, русловых и наливных водохранилищ на равнинных участках рек вместе с положительными эффектами вызвало ряд негативных последствий, ухудшающих естественный режим водотоков, окружающую среду и др. В частности, водозабор из Нурекского, Андижанского и других водохранилищ способствует уменьшению температуры воды в апреле — июне до 3,4—1,0°, в то же время осенью и зимой происходит повышение температуры воды на 1—6°. Интенсивный водозабор из рек в каналы непропорционально стоку взвешенных и донных наносов ведет к перегрузке рек руслоформирующими наносами. Это усиливает блуждание рек и ухудшает условия водозабора ниже по течению. В последние годы объем очисток головных частей каналов от наносов земснарядами на Каракумском, Амубухарском, Каршинском каналах возросли до 8—16 млн. м³ ежегодно. Отвалы песка в ряде мест достигают высоты 15—20 м и тянутся несколько километров вдоль канала, образуя полосу пустынных барханов, которые развеваются ветром, ухудшают природную среду.

Низко-и средненапорные наливные и русловые водохранилища увеличивают потери воды на испарение и фильтрацию. После завершения строительства Зеидского водохранилища на Каракумском канале испарение будет достигать 1—1,5 км³ при общем объеме водохранилища 3,2 км³. Имеется ряд емкостей, ложе которых до заполнения представляло корково-пухлые солончаки. Запас солей в течение продолжительного времени, растворяясь, повышает минерализацию оросительной воды. Примером может служить эксплуатация Тудакульской впадины в качестве наливного водохранилища.

Поддержание на равнинных водохранилищах в интересах гидроэнергетики и регулирования стока высоких отметок подпора ведет к аккумуляции всех речных

наносов, включая илистые, с взвешенными плодородными наносами.

Сброс осветленной воды, с одной стороны, приводит к увеличению размывов в нижнем бьефе гидроузла, а водозабор ее в каналы способствует размыву ложа каналов, нарушению кольматационного слоя и увеличению фильтрации воды в борта и ложе каналов, что вызывает заболачивание и засоление прилегающей территории. С другой стороны, до полей не доходят питательные вещества, приносимые ранее взвешенными наносами. Это вызывает потерю урожая и необходимость увеличения количества вносимых удобрений и микроэлементов. При пользовании осветленной водой возможно возрастание оросительных норм и фильтрационных потерь из каналов, особенно в песчаных руслах. Это приводит к повсеместному подъему уровня грунтовых вод, образованию дополнительных водоемов в понижениях вдоль канала, где появляются макрофитные растения. На массивах, орошаемых осветленной водой, увеличиваются потери воды на безвозвратное испарение и транспирацию. Эти процессы остро проявились на Каракумском и Амубухарском каналах, а в будущем ожидаются на канале Ташаузская ветка, пропуск воды по которой может ухудшить мелиоративное состояние земель Хорезмской области. По данным космических снимков, площадь заболоченных и засоленных участков вдоль Каракумского канала в Марыйской области уже составила 150 тыс. га.

В последние годы при освоении новых земель часто стали нарушаться принципы комплексности проведения мелиоративных мероприятий, т. е. не обеспечивался опережающий темп строительства магистральных коллекторов и коллекторно-дренажной отводящей сети. Например, из 55 целинных хозяйств Каршинской степи ни в одном не закончены полностью работы по генплану. В незначительных объемах и некачественно осуществлялись водосберегающие и водорегулирующие мероприятия в бассейнах рек, а также поддержание, надлежащая эксплуатация и ремонт внутрихозяйственной оросительно-дренажной сети.

Рост урожайности или поддержание достигнутого уровня основной продукции сельского хозяйства преимущественно осуществлялись за счет внесения высоких норм минеральных удобрений—до 400—500 кг/га (при среднем значении по стране 30 кг/га) и ядохимика-

тов — до 35 кг/га (при 1—2 кг/га по стране), а также больших удельных затрат воды. Это привело к определенному снижению естественного плодородия почв. Слабое внедрение севооборотов, выращивание в течение десятилетий хлопчатника и риса в монокультуре, в свою очередь, вызвали снижение качества волокна хлопка, краснозернистость и пустозернистость риса, подверженность растений к различным заболеваниям, возрастание числа сельхозвредителей.

В экологическом отношении представляется возможным резко поднять интенсивность естественных биогеоценозов и их продуктивность. Проведенные исследования показали возможность постоянного наращивания этой продуктивности при очень внимательном и осторожном отношении к почвенным и мелиоративным процессам, при выборе оптимального мелиоративного режима, соответствующего почвообразовательным процессам. Задача состоит в том, чтобы при бережном минимальном увлажнении зоны аэрации, как это было показано в главе III, добиться постоянного увеличения почвенного плодородия, накопления питательных веществ, углубления почвенного слоя и т. д. Все это вполне реально и осуществимо.

Однако возможно ли при этом поддержание экологического равновесия и в самом стволе реки? Мы твердо убеждены, что если исходить из концепции оптимальных мелиоративных режимов, то они, соответствуя концепции равновесного природопользования, позволят достичь благоприятного режима минерализации воды по стволу реки.

Сейчас, правда, за счет неоптимальных мелиоративных режимов резко повысился объем возвратных вод и объем выносимых ими солей. В ряде работ показано, что объем солеобмена реки с орошаемыми землями достигает от +10 до −50 т/га в год. При нынешних уровнях оросительных систем возврат коллекторно-дренажных стоков в реку увеличивает их водные ресурсы, например, Сырдарьи на 10 км$^3$, в то же время резко ухудшает качество воды. Если фоновый створ в истоке р. Сырдарьи показывает минерализацию воды 0,3 г/л, то при выходе из Ферганской долины — 1,2—1,4 г/л, в створе Чардарьи —1,4—1,6 г/л, в Кзылорде —1,8—2,2 г/л. Одновременно с минерализацией происходит превышение в речной воде предельно допустимых концентраций по отдельным ионам — сульфаты,

хлориды, магний, медь, железо, фенолам, нефтепродуктам. В последние годы наблюдается резкое возрастание нитритного азота. Из хлорорганических пестицидов фиксируются ДДТ, гексахлоран. При концентрации хлорорганических пестицидов в воде до 0,001 мг/л в фитопланктоне она возрастает в 200—300 раз, в организме моллюсков, растительноядных рыб —300—400, хищных рыб —1000—1300, птиц, питающихся рыбой,— 3000—75000 раз.

. Река Амударья в настоящее время менее загрязнена, чем р. Сырдарья, азотные формы здесь близки к нормативным. Однако и она быстро загрязняется вследствие высоких темпов освоения земель и сброса неочищенных сельхозстоков в реку.

Использование минерализованных вод с концентрацией соли 2—3 г/л на орошение может привести к падению урожайности культур. Так, по данным САНИИРИ, ущерб от использования такой воды на орошение в низовье р. Сырдарьи составит: при 2 г/л —27 млн. руб., 3 г/л—53 млн. руб.

Возрастание минерализации рек и их загрязнение промышленными и сельскохозяйственными стоками ведет к порче подземных пресных линз. При этом более растворимые загрязнители и соли проникают в подземные воды. Часто в зоне интенсивного орошения при глубоких залеганиях грунтовых вод происходит запаздывание фронта перемещения загрязнения (до 10—20 лет). В последующие годы будет продолжаться их загрязнение даже при ликвидации самого источника.

В последние годы значительно увеличилось число публикаций по вопросу использования минерализованных вод на орошение и влияния их на урожайность. При этом обнаруживается противоречивость рекомендаций различных ученых — от чрезмерно оптимистических до отрицательных, даже при слабой минерализации оросительной воды. Все это свидетельствует о недостаточной изученности физико-химических процессов в почве при орошении минерализованной водой, о влиянии исходного типа засоления почв и грунтовых вод, природно-климатических условий, агротехнических приемов и т. д. В маловодные годы, а иногда ежегодно, хозяйства, расположенные в хвостовой части оросительного канала, при дефиците воды бесконтрольно используют минерализованные воды. Особую опасность при этом представляют земляные перемычки, воздвигаемые

на коллекторах, которые способствуют подъему уровня грунтовых вод, заболачиванию и быстрому заилению коллектора, уменьшающему его пропускную способность.

Многолетние исследования САНИИРИ показали, что при поливе водой с минерализацией даже 1—2 г/л урожайность снижается на 4—5%, а при повышении минерализации до 4—6 г/л — на 31—35%. При этом резко возрастают как нормы водопотребления, так и мощность дренажа. По данным В. А. Ковды (1980), для разбавления одного объема воды с минерализацией 2 г/л требуется 2—3 объема пресной воды, для 5 г/л —6—8 объемов воды. Применение минерализованных вод требует увеличения норм водоподачи на 8—11% при минерализации 2 г/л и 11—30%—3 г/л.

По опытам САНИИРИ, АзНИИГиМ, ВНИИГиМ, ТуркменНИИГиМ и др. положительный эффект орошения минерализованной водой достигается только на легких и песчаных почвах, а также при использовании таких вод для промывок засоленных земель. Особую осторожность следует проявлять при осуществлении рекомендуемых рядом ученых «внутриконтурного использования» коллекторно-дренажных вод в верхнем течении рек, где повторно использованные возвратные воды так или иначе попадают поверхностным или подземным путем в гидрографическую сеть (в силу геологического строения бассейна). Эти воды, более минерализованные и насыщенные агрохимикатами, усилят загрязнение рек уже в верхнем течении, например в Ферганской и Вахшской долинах, Сурхандарьинской области и др.

Целесообразно использовать минерализованные воды в специальных бассейнах, изолированных от рек или расположенных в их низовьях.

С этой целью можно было бы применить каскадное орошение с набором культур с различной солеустойчивостью по мере увеличения концентрации соли в оросительной воде, с конечным сбросом этих вод в специальные понижения для испарения.

Главным мероприятием должно быть совершенствование оросительных систем на основе комплексной реконструкции, т. е. довести техническое состояние до критериального оптимального уровня. При этом интенсивность солеобмена между зоной аэрации и грунтовыми водами будет близка к нулю, а общее количество солей, сбрасываемых с массива орошения в реку, меньше объема,

забираемого из реки на массив орошения. Как показано нами в главе III, при этом возвратные воды несколько уменьшатся, несмотря на увеличение площадей орошения.

Установлено, что за 1976—1980 гг. в бассейне р. Сырдарьи при осредненной величине водозабора более 40 км³ сток возвратных вод составил 16,2 км³, или 40% от водозабора. Из этого объема 14 км³ (более 80% от возврата) со средней минерализацией 2,1 г/л поступало в реку для орошения земель в средних и нижних течениях; 3,7 км³ с минерализацией 5 г/л сбрасывалось в периферийные естественные понижения и в Аральское море, т. е. неиспользуемая часть возврата составила всего 10%.

По бассейну Амударьи возвратные воды в этот период составили 14,7 км³ (25% от водозабора), из них 6,0 км³ использовались как возвратные в среднем и нижнем течении, а 8,7 км³ поступало в естественные понижения и Аральское море.

В целом по бассейну Аральского моря в существующих условиях из 30,9 км³ возвратного стока 20,2 км³ в смеси с речными стоками идет на орошение. Возвратный сток в периферийные водоприемники составляет 11—13 км³, в том числе 1,9 км³ поступает в Аральское море. Минерализация неиспользуемой части возвратного стока превышает 5,0 г/л. В 1981—1984 гг. сток возвратных вод в бассейн Аральского моря сократился до 2,5 км³ (табл. 14).

В условиях сокращения оросительных норм и полной реконструкции оросительных систем в бассейне Аральского моря ожидаемый объем возвратных вод сократится до 20,4 км³. Из них 13,2 км³ поступят повторно на орошение в средних и нижних течениях рек в смеси с речной водой и составят по Сырдарье 7,5 км³, по Амударье —5,7 км³. Остальная часть возвратного стока (около 7,2 км³) будет сброшена в периферийные водоприемники и Аральское море. Объем возвратных вод, поступающих в Аральское море, оценивается в 1,5 км³, остальной сток —5,7 км³ возвратной воды с минерализацией 4—5 г/л могут стать резервом для использования локально для орошения песчаных пустынь или их опреснения.

В результате таких мер природное равновесие в самом бассейне может быть стабилизировано на длительную перспективу.

Таблица 14

**Возвратные воды бассейна Аральского моря, км**

| Водохозяйственный район | Воды Сырдарьи | | | Воды Амударьи | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | используемые | теряющиеся | всего | используемые | теряющиеся |
| **1975—1980 гг.** | | | | | | |
| Верховья | 9,1 | 9,1 | — | 3,2 | 3,2 | — |
| Среднее течение | 6,8 | 5,1 | 1,7 | 6,3 | 2,8 | 3,5** |
| | | | | | | 3,3 |
| Низовья | 2,0* | — | 2,0 | 5,2 | — | 5,2 |
| | —1,7 | | —1,7 | | | |
| Итого | 16,2 | 14,2 | 3,7 | 14,7 | 6,0 | 8,7 |
| | | | —1,7 | | | |
| **Перспективы** (по данным САНИИРИ) | | | | | | |
| Верховья | 5,5 | 5,5 | — | 2,9 | 2,9 | — |
| Среднее течение | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 5,9 | 1,4 | 4,5** |
| | | | | | | —3,0 |
| Низовья | 2,0* | — | 2,0 | 2,6 | 1,4 | 1,2 |
| | —1,5 | | —1,5 | | | |
| Итого | 9,0 | 7,5 | 3,0 | 11,4 | 5,7 | 5,7 |
| | | | —1,5 | | | |

* В числителе — дренажно-сбросные воды, в знаменателе — подрусловые потери.

** В том числе в зоне Каракумского канала.

Единственным нерешенным вопросом в условиях бессточного водоприемника — Аральского моря является сама проблема моря. Учитывая огромную народнохозяйственную эффективность и продуктивность использования воды в бассейне, уменьшение притока воды в Арал является вполне понятным и закономерным. Кстати, за исторически обозримую продолжительность общественного развития Арал, по различным источникам, по крайней мере дважды либо совсем исчезал, либо значительно уменьшался в размерах. Задача состоит не в том, чтобы сохранить уровень воды Аральского моря (это невозможно, так как потребует катастрофического снижения водозабора на орошение и, стало быть, обречет на прозябание значительную часть населения регио-

на), а уменьшить отрицательные явления, связанные с этим.

Падение уровня моря на 11,0 м превысило все ранее выполненные расчетные прогнозы институтов ГОИН, ГГИ, Гидропроект и др. и вызвало ряд природно-климатических и социально-экономических изменений в Приаралье. Осушенная полоса моря шириной 16—60 км, особенно восточная и северная, стала основным источником зарождения пыльных бурь. С 1975—1981 гг. по космическим снимкам зафиксировано более 30 крупных солепылевых выносов на расстояние до 200—450 км (в основном на З и ЮЗ). Число пыльных бурь, по данным метеостанции Муйнак, возросло с 1966 г. до 2 раз, а адвективной мглы — до 3 раз. Такая же картина наблюдается по данным метеостанции Нукус, расположенной в 200 км от Аральского моря. На осушенном дне моря быстро формируются песчаные барханы высотой 0,5—1,5 м, перемещающиеся до 500—1200 м в год.

Увлажняющее действие моря распространялось ранее на 50—80 км, а на юге моря — на 200—300 км. Повышение влажности в ночные и утренние часы на 20—25% наблюдалось на расстоянии до 400 км. Избыток конденсационной влаги вблизи моря и на островах способствовал образованию пресных линз на песчаных грунтах, чем и объясняют ученые богатство и разнообразие пустынной растительности по мере приближения к морю. За 1960—1980 гг. в приземном слое воздуха влажность уменьшилась с 12 до 6 г/м$^3$. Возросла и континентальность климата, произошло увеличение среднемесячных температур в мае на 3—3,2° и уменьшение в октябре на 0,7—2,5°.

Анализ атмосферных осадков показывает возрастание концентрации соли с приближением к морю. Вследствие сильной запыленности воздуха минерализация летних и осенних осадков возрастает до 2 раз по сравнению с весенними и зимними. Ежегодное выпадение солей с осадками достигает 150—400 кг/га.

Наблюдается врезка р. Амударьи в собственное ложе на 3,8—4,5 м по глубине, на расстояние 100—120 км от моря вследствие снижения базиса эрозии — Аральского моря. Сейчас разработалось одно основное (Урдабайское) русло, остальные протоки высохли. Одновременно происходит с некоторым запаздыванием падение уровня грунтовых вод, которое изменило режим питания естест-

венных растений и процесс почвообразования. Слабеет напор артезианских колодцев.

Если приток воды в море до 60-х гг. оценивался в 55 км$^3$/год, то за 1978—1981 гг. он уменьшился до 9—10 км$^3$.

В результате прекращения ранее наблюдаемых разливов реки во время паводка высохло более 50 озер площадью 100 тыс. га, погибла часть тростниковых и тугайных зарослей.

Осушенное дно моря на площади более 20 тыс.м$^2$ превратилось в солончаковую пустыню. Эоловый вынос соли и пыли с этой территории составляет от 20 до 110 т/га. Выпадание аэрозолей за год на территории Каракалпакии было равно 3200 кг/га, из них растворимых солей — 100—500 кг/га. Перенос ветром солепылевых частиц происходит в южном и юго-западном направлениях от моря. Экспериментально проверено воздействие различных концентраций соли в виде аэрозоля на цветущие хлопок, рис, овощи. Более токсичными оказались мокрые аэрозоли, такие как дождевые осадки и роса, которые повреждали побеги, листья, бутоны, цветы растений. Остро встал вопрос миграции населения из Муйнакского района КК АССР, Казалинского и Аральского районов Кзыл-Ординской области, трудоустройства значительной части населения, которое ранее занималось рыболовством, судоходством, охотой и т. д.

Объем моря уменьшился в два раза. Оно потеряло рыбохозяйственное значение, прекратилось судоходство. Минерализация воды в море достигла 20—25 г/л.

Учитывая ухудшение природно-климатической обстановки и возрастание масштабов опустынивания в Приаралье, САНИИРИ разработал схему комплекса природоохранных инженерных мероприятий, направленных на сохранение природного комплекса дельты и уменьшение других вредных последствий. Основу их составляет создание защитного «зеленого барьера» между усыхающим морем и орошаемой зоной дельты Амударьи, состоящего из ряда полос:

польдерной системы на осушающемся дне моря, которая создается с помощью земляной дамбы и образует мелководную поверхность с зарослями тростника, одновременно подпитывая высыхающую полосу бывшего дна моря;

зоны фитомелиорации подвижных слабозасоленных

песков пустынными растениями, расположенной между польдером и коренным берегом Аральского моря;

зоны лиманного орошения и обводнения неорошаемой северной части дельты.

Регулирование, подача и сброс воды в эти системы осуществляются комплексом гидротехнических сооружений, земляных плотин, регулирующих водохранилищ. Для осуществления этих мероприятий необходима переброска стока коллекторов Озерный — Дарьярлык (2,5—3,0 км$^3$) с территории ТССР, с южной части КК АССР (1,0 км$^3$), с севера КК АССР (1,5 км$^3$) и санитарные попуски ниже Тахиаташской плотины (3,2 км$^3$).

Общие затраты на капитальное строительство комплекса составляют 400—500 млн. руб., полученная прибыль от реализации кормовой продукции, разведения рыб и ондатры достигает 86,0 млн. руб. при годовом экономическом эффекте 26,1 млн. руб. Осуществление мероприятий уменьшит дефляцию с осушенного дна моря, подвижность барханных песков, сохранит плодородие почвы дельты, возродит тугайную растительность вдоль реки, предотвратит заболачивание и засоление земель.

Осуществление всех этих работ, видимо, целесообразно путем создания специальной региональной межотраслевой организации заказчика, который будет координировать финансирование всех работ как по линии средств на «охрану окружающей среды», так и по линии отдельных заинтересованных министерств и ведомств, а также местных Советов.

Наряду с указанными мероприятиями необходимо создать систему мониторинга за изменением окружающей среды в бассейне рек Аральского моря. Эта система должна предусматривать постоянный надзор за качеством воды в реках, за всеми климатическими, гидрологическими, гидротехническими и ландшафтными процессами в региональном масштабе.

Мелиораторы создают новую систему взаимоотношений воды, земли и человека. Необходимо сделать ее долговременной и постоянно действующей, не забывая, что в соответствии с символом ЮНЕП «человек получил природу не в наследство от предков — он взял ее в долг у своих потомков»[1].

---

[1] Экономическая программа ООН.

## ЛИТЕРАТУРА


1. Будыко М. И. **Эволюция биосферы.** Л.: Гидрометеоиздат, 1984, с. 488.

2. Бурцев И. И., Мазин И. П., Черников А. А. **Управление распределением водных ресурсов с помощью активных воздействий на атмосферные процессы.** «Проблемы развития водного хозяйства СССР», М.: Наука, 1981, с. 17—27.

3. Вальбух К. К. **Проблемы интенсификации общественного производства в СССР.** — В сб. «Эффективность народного хозяйства» под ред. Аганбегяна А. Г. и Москвитина Д. Д., М.: Наука, 1981, с. 72—85.

4. **Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов СССР.** Под ред. Непорожнего П. С. М.: Энергоиздат, 1982 г., с. 54—55, 117.

5. Духовный В. А. **Ирригационные комплексы на новых землях Средней Азии.** Ташкент: Узбекистан, 1983, с. 184.

6. Духовный В. А., Якубов Х. И. **Пути повышения водообеспеченности орошаемых земель Средней Азии.** Ташкент, УзНИИНТИ, 1983, с. 49.

7. Духовный В. А. **Водохозяйственный комплекс в зоне орошения.** М : Колос, 1984, с. 255.

8. **Ирригация Узбекистана,** т. IV, Ташкент: Фан, 1981, с. 448.

9. **Использование и охрана водных ресурсов в СССР** (анализ данных государственного учета использования вод за 1980 г.). Под ред. Бородавченко И. И. и Мурашко М. Г. Минск, ЦНИИКИВР, 1981, с. 161.

10. Ковда В. А. **Аридизация суши и борьба с засухой.** М.: Наука, 1977, с. 272.

11. Колодин М. В. **Воды пустынь.** М.: Мысль, 1981, с. 118.

12. Лисицина Г. Н. **Орошаемое земледелие эпохи неолита на юге Туркмении.** М.: Наука, 1965, с. 22—49.

13. Максименко В. И., Эртель Д. **Прогнозирование в науке и технике. М.;** Финансы и статистика, 1982, с. 67—88.

14. Мелентьев Л. А., Макаров А. А. **Энергетический комплекс СССР.** М.: Экономика, 1983, с. 16—28.

15. Мухамеджанов А. Р. **История орошения Бухарского оазиса** (с древнейших времен до начала XX века). Ташкент: Фан, 1978.

16. Решеткина Н. М., Якубов Х. И., Кадыров Х. А. **Вертикальный дренаж в Узбекистане.** — В кн.: «Ирригация Узбекистана». Ташкент: Фан, 1981. т. IV, с. 315—335.

17. Усманов А. У. **Регулирование водно-солевого режима почв при использовании на орошение минерализованных вод.**—«Хлопководство», 1982, № 9, с. 36—38.

18. Якубов Х. И., Кадыров Х. А., Корелис А. А. **Перспективы развития вертикального дренажа и использование откачиваемых вод на орошение в Узбекистане.** — М., ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1976, с. 27—45.

19. **Оптимизация природной среды.** В сб.: Тезисы докладов Всесоюзного симпозиума по оптимизации воздействия общества на окружающую природную среду (АН СССР, Географ. общество СССР. Отв. ред. В. М. Котляков, В. М. Чупахин). М., 1981, с. 406.

20. Моисеев Н. Н. **Математические задачи системного анализа.** М.: Наука, 1981.

21. **Комплексные подходы к построению и применению экономико-статистических моделей.**— Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1981.

22. Виленчик В. Б., Машукова А. П. **Реализация одного алгоритма множественной регрессии.** Ташкент, «Алгоритмы», вып. 36, 1978.

23. Макаров И. М. и др. **Теория выбора и принятия решения.** М.: Наука, 1982.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение (Духовный В. А.) . . . . . 3
Глава I
Роль НТП в развитии мелиорации и водного хозяйства как отрасли (Духовный В. А., Прохоренко Н. И.) . . 10
Глава II
Развитие мелиорации в Средней Азии, ее социально-экономическое значение и тенденции (Духовный В. А.) 33
Глава III
НТП в мелиорации и водном хозяйстве региона (Духовный В. А., Умарджанов Д. К., Прохоренко Н. И.) 68
Глава IV
Совершенствование хозяйственного механизма и управления отраслевым развитием с учетом НТП (Духовный В. А., Виленчик В. Б.) . . . . . 107
Глава V
Моделирование и управление научно-техническим прогрессом в отрасли (Виленчик В. Б.) . . . . . 118
Глава VI
Экологические последствия интенсивного развития орошения в Средней Азии (Разаков Р. М.) . . . . . 130
Литература . . . . . 142

*Виктор Абрамович Духовный*
*Виталий Борисович Виленчик*
*Джаппар Курбанович Умарджанов*
*Нина Ивановна Прохоренко*
*Рустам Маджидович Разаков*

# НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ В СРЕДНЕЙ АЗИИ

*«Мехнат» — Ташкент — 1985*

Редактор *Н. А. Кривоносова*
Художественный редактор *З. Мартынова*
Техн. редактор *Н. Джораева*
Корректоры *И. Маматкулова, Р. Махкамова*

ИБ № 23.

Сдано в набор 16. 08. 85. Подписано в печать 18. 12. 85. Р 04104. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 2. Гарнитура Литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 7,56. Усл. кр-отт. 7,77. Уч. изд. л. 7,6. Тираж 2000. Заказ № 226. Цена 35 к.

Издательство «Мехнат». 700129, Ташкент, Навои, 30. Изд. № 97—85.

Типография № 2 Ташкентского полиграфического производственного объединения «Матбуот» Государственного комитета УзССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Янгиюль, ул. Самаркандская, 44