631.6
Д85

В. ДУХОВНЫЙ

МЕЛИОРАЦИЯ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

засушливой зоны

МЕХНАТ

В книге рассмотрены актуальные проблемы функционирования водохозяйственного комплекса Среднеазиатского региона, его роль на современном этапе социально-экономического развития Узбекистана и сопредельных республик. Большое место уделено взаимоувязке мелиоративных и ирригационных мероприятий с природопользованием в целом, а также вопросам планирования и управления водным хозяйством.

В работе нашли достаточно широкое отражение изменения, происшедшие в результате включения объектов и организаций отрасли в систему рыночных отношений.

Рассчитана на работников и специалистов, связанных с изучением и эксплуатацией водных ресурсов.

Р е ц е н з е н т - доктор технических наук,
профессор В.Г. Пряжинская

Р е д а к т о р - Г. Хубларов

ISBN 5-8244-0986-2

© НПО САНИИРИ, 1993 г.

ВВЕДЕНИЕ

Орошение и водное хозяйство – древнейшее направление человеческой деятельности и не только деятельности. Это и древнейшее искусство и древнейшая наука. Оросительные системы в Месопотамии, Индии, Египте, затем в Риме, Европе и, конечно, в Китае и Азии в целом создали проблему водораспределения, общественного труда и коллективной ответственности. Не случайно, что развитие астрономии, метеорологии и математики связывают с необходимостью предсказания паводков, режима рек и мерами по их управлению. Развитие водопользования заметно актуализировало некоторые политические и правовые проблемы вормирования общественных институтов. Конфликты в вододелении способствовали возникновению Римского права, Средиземноморской юрисдикции и валенсийского "Трибунала".

Водное хозяйство в древних цивилизациях, учитывая приоритетную роль воды в жизнедеятельности стран того времени (Месопотамия, Индия, Египет, Китай) с их резко аграрной направленностью, создавало необходимость в покрытии затрат на дорогостоящие работы по сооружению и поддержанию оросительных систем, по вододелению и контролю за водоиспользованием. Это требовало хорошо согласованного сотрудничества и взаимодействия. Отсюда единодушное признание необходимости в условиях интенсивного орошения государственного управления и политической организации стабильного типа, благодаря чему возникли и развивались, по мнению многих историков, древние цивилизации Востока.

Многие проблемы, стоявшие в древности, сохранились в своем противопоставлении и сейчас: водная эрозия, засоление, заболачивание, недостаток дренированности, вопросы поддержания оросительных систем, методы финансового и административного руководства крупномасштабными оросительными работами. Эти проблемы имели место в Египте при известном в то время паводковом орошении с его сезонным затоплением и при более совершенном орошении с соответствующей развитой оросительной и водоотводящей сетью в древнем Вавилоне, Риме, Китае, Средней Азии и древней Америке. И сегодня те же узкие места и недостатки беспокоят специалистов, оснащенных компьютерами, лазерной техникой, дистанционными методами измерения, мощнейшими бетонными заводами, стотонными кранами и тысячекубовыми по производительности землеройными механизмами.

Одни страны, развивая на базе новой техники и передовых приемов возделывания сельхозкультур орошаемое земледелие и связанное с ним водное хозяйство, создали великолепную основу для обеспечения своего населения продуктами питания и в то же время экспорта сельхозкультур (США, Израиль, Япония, Италия, Испания, Франция и др.). Другие, находясь в не менее благоприятных условиях, не могут организовать мелиорацию так, чтобы удовлетворить свои потребности. Чудесный пример дает Израиль, который, имея очень ограниченные ресурсы воды и земли, постоянно улучшая приемы орошения и водопользования, в короткий срок так развил капельное орошение, автоматизацию, компьютеризацию и самое совершенное аграрно-индустриальное производство, что ныне гарантирует производство продуктов питания не менее чем для 8 млн.человек - почти в 2 раза больше, чем проживают в стране. Урожайность сельхозкультур при этом рекордная. КПД оросительных систем в Израиле достигает 0,85 ... 0,88 - потери практически сведены к минимуму. В Японии, несмотря на наличие 47% низкопродуктивных земель (3I), совершенство оросительных систем и интенсивная агротехника позволили получать в среднем по стране 5,2 т/га риса, 3,8 т/га пшеницы, I9 т/га яблок и т.д. При этом ежегодно осуществляется реконструкция систем на площади I50...200 тыс/га.

Наряду с этим даже в странах древнего орошаемого земледелия - Индии, Пакистане - урожайность риса составляет всего I,5 - 2,0 т/га, а других сельхозкультур - в 2-3 раза меньше, чем в Японии; более 30% земель подвержены засолению и заболачиванию, КПД систем не превышает 0,52-0,55. В целом в мире около I00 млн.га орошаемых земель страдают из-за низкого технического уровня систем, засоления и заболачивания.

В передовых странах мира четко отлажены водохозяйственные системы и экономико-социальный комплекс мер по их постоянному развитию, в других происходят постоянные конфликты из-за вододеления, использования орошаемых земель и связанных с ними проблем защиты окружающей среды.

Современная наука и техника гигантски шагнули вперед от далеких времен зарождения орошения и по инженерным решениям и по возможностям материальных сил. Однако проблемы, старые как мир, сохраняются в своей остроте, конфликтности и сложности до настоящего времени и, более того, усугубляются до невиданных ранее масштабов.

Бесспорно, в определенной степени корень этого кроется в недостаточном понимании всех системных причинных связей и последствий, которые таят в себе те или иные водохозяйственные и мелиоративные предприятия, хотя создание модели Азовского моря у нас, бассейна Колорадо в США показало огромные возможности современной науки. Но главный порок в управлении водным хозяйством все же состоит в инерционности и разобщенности процессов управления, в давлении местнических интересов, в примате ближайших сиюминутных результатов над дальними перспективными. Недалеким руководителям-хозяйственникам перечисленное представляется малосущественным, а масштабы ущерба, который прогнозируется наукой, - преувеличенно угрожающими.

Компанейщина, с характерными для нее крайностями в решениях, застарелая наша болезнь. В данном случае компания разрушила организационное единство отрасли мелиорации и водного хозяйства страны и привела к полному расстройству управления отраслью в различных республиках. Объективно оценивая причины этого, следует признать, что погубили отрасль ошибки в отраслевом развитии, накапливавшиеся годами и умело использованные ее принципиальными противниками. Однако объективная реальность, подтвержденная практикой ряда стран мира, бесспорно, требует единства развития мелиорации и водного хозяйства на основе исключительно четкой и принципиальной системы отраслевого управления, где на первое место будут поставлены вопросы основной ее цели - природопользования.

Управляя водным хозяйством и мелиорацией, следует постоянно помнить, что мы управляем двумя природными ресурсами - землей и водой в их стабильном взаимодействии друг с другом и с другими природными субстанциями. Между тем, даже в масштабах одного ведомства, зачастую, рассматривая вопросы плодородия мелиорированных земель, забывают о воде, и наоборот.

Чтобы поставить на службу природе и обществу водное хозяйство и мелиорацию, следует иметь в виду, что вода представляет собой реальный ресурс, постоянно циркулирующий в гигантской системе, называемой гидрологическим циклом. Возможности этих ресурсов сильно варьируют во времени, пространстве и качестве. Физические законы этих систем определяются их географическим распределением, которое делает все народы, регионы, области, зоны, живущие и размещенные в одном речном бассейне, настолько тесно взаимозависимыми, что никто не может поль-

зоваться водой неограниченно, не затронув интересов соседей.

В процессе гидрологических преобразований вода непосредственно переплетается с землепользованием. Создание оптимальных водно-воздушных и других условий в почве и для растений требует определенных режимов водоподачи и водоотведения, формируя тем самым сезонные количественные и качественные свойства источников воды. Тесное взаимодействие между человеком, водой, почвой и растением определяет экологический эффект или ущерб от водохозяйственных мероприятий. Степень воздействия мелиораций на исходное почвенное плодородие и средства, которыми это воздействие достигается, создают и наиболее острый вопрос современности - где эти мероприятия будут наиболее эффективными, повышая природный потенциал, и где при этом они вызовут минимальные отрицательные последствия.

Удовлетворение нужд человечества в воде невозможно без управления водой и перераспределения ее и во времени, и в пространстве. В основном гидрологические системы управляемы, и может быть достигнута их адаптация к обществу, если не будет отдан приоритет отдельным местным социальным и временным потребностям. Водное управление делается успешным, если оно сочетает знание естественных наук, социальных требований всех взаимосвязанных ячеек общества и природы, а также ориентируется на максимальное их удовлетворение ныне и особенно в будущем.

Перспективное направление использования водных ресурсов должно быть основано на выборе соответствующей технологии управления и эксплуатации, административных и организационных форм предупреждения риска долговременных нарушений окружающей среды.

Процесс развития водных ресурсов имеет очень большое разнообразие как по местным природным и особо гидрогеологическим условиям, так и исходя из отличий социальных, экономических, демографических, экологических и т.д. Наиболее узким местом тут остается недостаточная разработка и слабое научное обоснование таких вопросов, как "принятие решения - осуществление действий", эволюция отрасли, воздействие факторов, связанных с жизнедеятельностью населения, ответственность организаций за причиненный ущерб и т.д.

В результате оказывается, что эффективность предложенного плана, в определенной степени зависящая от комплексности и характера целей и решаемых проблем, была основана на недостаточной информации и не вполне фундаментальных данных. Другой причиной может быть то,

что водное развитие планируется недостаточно комплексно, т.е., не охватывая всех затрагиваемых аспектов, тем самым предопределяется возникновение затормаживающих влияний, не развивающихся или недостаточно развивающихся связей в соответствии с основной концепцией.

Известно, что в водном хозяйстве любые проекты и мероприятия могут быть одноцелевыми и многоцелевыми. Чаще всего такие проекты являются комплексными, решая одновременно целый ряд сопряженных проблем (орошение, дренаж, водоснабжение, гидроэнергетика и т.д.). При решении многоцелевых проблем очень важно положить в их основу объективную характеристику базовой информации, реальную оценку возможных путей развития и достаточно точный количественный прогноз основных показателей взаимосвязанных процессов в их динамике на перспективу, который будет с равной степенью приближения оценивать альтернативные пути и решения. При этом важно, чтобы степень приближения учитывалась и прогнозировалась в реальных масштабах.

Характерен в этом плане пример водохозяйственного развития по бассейнам среднеазиатских рек. Степень их эффективности и регулируемости оказалась совершенно не соответствующей реальной действительности в силу целого ряда причин: неправильного определения состава работ по снижению удельного водопотребления, неправильного прогноза водопотребления вообще. Это в конечном счете привело к постоянному неиспользованию многолетнего регулирования и переходу к сезонному с характерными для него срывами и колебаниями. В то же время одной из причин такого отрыва действительности от проектных решений явилось и отсутствие управления, адекватного сложности задач, стоящих перед эксплуатацией уровня ВХК (водохозяйственного комплекса) бассейна рек.

Осуществлявшееся ранее повсеместно на основе бассейновых схем перспективное проектирование водохозяйственных мероприятий не означает реальности их осуществления. И здесь дело даже не в выделении и реализации капитальных вложений, которые предполагались, а в вопросах проведения в жизнь стратегии и принципов управления, заложенных в основу этого проектирования, в комплексной многосторонней реальной увязке территориальных и отраслевых планов, обеспечивающих действенность этой стратегии и, наконец, в непосредственном оперативном управлении водными и сопряженными ресурсами при всей противоречивости и сложности интересов, возникающих при этом. Казалось бы, что в ус-

ловиях директивного планирования открываются именно верные пути этих увязок. Однако в действительности и здесь много противоречий и помех из-за недостаточности аналитического характера и вариантных разработок проектировщиков, с одной стороны, и инертности планирования от достигнутого, с другой. В результате столкновения межотраслевых и межреспубликанских (и даже межобластных и межрайонных) интересов территориальной конкуренции, задач сегодняшнего дня и перспективных, интересов общественных и личных, аспектов экономических с их приоритетом реального и социальных, экологических и даже идеологических, результативность их зачастую представляется неопределенной, особенно для тех, кто привык к конкретным показателям постоянного нарастания. Между тем, именно все эти аспекты в их сложном взаимодействии в конечном счете оказывались в объективной реальности сильнее прогноза вырабатываемой в схемах линии поведения. Они определяли совершенно неожиданные суммарные последствия, в корне отличающиеся от предполагавшихся эффектов в разрабатывавшихся крупных и мелких проектах. Все нынешнее положение со снижением эффективности водного хозяйства и мелиорации в 1980 - 1990 гг. является характерным подтверждением этих положений.

Успешное управление водохозяйственным развитием может быть осуществлено лишь на базе комплексного планирования, управляющего и увязывающего территориальные и отраслевые аспекты, их совместного прогресса путем объединенного руководства, контроля и организационных мер со стороны единого органа(правительственного, кооперативного или ассоциативного), несущего ответственность за выполнение этих планов.

Стратегия предотвращения экологических явлений вследствие неправильного использования воды должна осуществляться органами водного хозяйства в виде водномелиоративного мониторинга, который постоянно занимается регистрацией, анализом и прогнозом явлений, происходящих под влиянием использования земель и водных ресурсов. Создание такой системы тем более необходимо, что наука располагает механизмами прогнозов и инструментом диагностики изменений природных процессов.

С другой стороны, человечество должно быть достаточно ответственно перед своими потомками за систему юридических, финансовых и экономических рычагов управления природными процессами с учетом

удовлетворения потребностей человека.

К этому обязывает объективная необходимость дальнейшего развития экономики с позиций социально-экономических требований растущего населения и повсеместно нарастающего дефицита водных и земельных ресурсов. В нынешних условиях почти повсеместно, в стране и за рубежом, одной из основных задач является в связи с этим достижение потенциального плодородия и использования воды.

Проведенный в работе анализ отраслевых связей и развития дает возможность определить пути решения сложившихся проблем в мелиорации и водном хозяйстве (на примере Средней Азии) на основе выработки системы управления отраслью. Она включает, по Х.Г.Попову (41), механизм управления (принцип , критерии, цели, методы), структуры управления (органы, кадры, взаимосвязи), процесс управления (деятельность звеньев в их увязке) и механизм его совершенствования в виде, в первую очередь, социального и хозяйственного механизмов. Автор выражает глубокую признательность доктору технических наук профессору В.Г.Прянжинский за ценные замечания при просмотре рукописи.

РОЛЬ И МЕСТО ОТРАСЛИ "ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ" В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ СТРАНЫ

Выбор места отрасли на современном этапе

Хотя орошение, дренаж и управление водой на разном уровне технического развития широко распространены в нашей стране с глубокой древности, тем не менее организационная структура управления не была четко выражена до 1965 г. Лишь на территории нынешней Средней Азии многие годы существовали правила вододеления и водопользования, установленные шариатом в составе свода других законов. В связи с колонизацией Средней Азии и развитием ряда мелиоративных работ в Полесье, Сибири было создано Управление земельных улучшений Департамента земледелия. Оно провело большую работу по исследованию, изысканию будущих проектов водо- и землепользования и одновременно организовало Управление водными и земельными ресурсами в Туркестане.

После революции в ТуркАССР был создан специальный орган Иртур, централизовавший все оросительные работы, управление водораспределением и водопользованием, планированием и проектированием новых водных объектов. Но после национально-государственного размежевания советских республик Средней Азии эта организация трансформировалась в республиканские ведомства, постепенно превратившиеся в наркоматы (министерства) мелиорации и водного хозяйства.

В других районах страны существовали комитеты, тресты, объединения в различных ведомствах, занимавшихся этими вопросами: энергетики, речного флота, гидрометслужбы, сельского хозяйства и даже внутренних дел. На уровне страны координация этих работ между республиками осуществлялась Госкомитетом по водному хозяйству (1930-1938; 1963-1964 гг), Министерством (наркоматом) сельского хозяйства СССР (1938-1951; 1953-1960 гг), Госкомитетом по строительству СССР (1961-1963 гг.), Наркоматом хлопководства СССР (1951-1953 гг.). Такие изменения в организации и организационных формах управления порождали недостатки и ошибки в проведении технической, эксплуатационной, экологической политики в едином направлении. Для сопоставления - Закон о мелиорации в США установил порядок осуществления и организации мелиоративных и водохозяйственных работ в 1902 г. Он претерпел

изменения лишь в 1964 г. В нашей стране за этот же период произошло 22 изменения в организационных и финансовых принципах управления отраслью.

Мелиорация и водное хозяйство в качестве определенной части общественного производства страны получили свое официальное признание сравнительно недавно, в 1965 г.

За истекшие годы мелиорация и водное хозяйство выделились в самостоятельную отрасль народного хозяйства, характеризующуюся целевым, функциональным и техническим единством.

Целевая направленность отрасли выразилась по Конституции и Водному законодательству бывшего СССР в удовлетворении потребности общества в воде и одновременно в создании надежного мелиоративного фона высокопродуктивного сельскохозяйственного производства.

Однако ныне отрасль ,как таковая, ликвидирована в целом по стране и по независимым республикам. Тем не менее объективные потребности общества остаются, и их правильное понимание, планирование и удовлетворение являются насущнейшей задачей.

По глубокому убеждению автора, подкрепленному анализом управления водным хозяйством и мелиорацией во многих странах мира, необходимость единого отраслевого управления мелиорацией и водным хозяйством существует настоятельно при любом общественном строе. Поэтому автор берет на себя смелость попытаться определить рациональную направленность и принципы управления ими.

Исходя из необходимости совершенной общественной структуры и из того, что "уровень ... развития производительных сил ... обнаруживается всего нагляднее в том, в какой степени развито ... разделение труда" (33,с.363), рассматривать каждую отрасль народного хозяйства необходимо с позиции системы разделения и обобществления труда. При этом разделение выражается общим членением экономики на крупные ряды (61) или сферы общественного производства (промышленность, строительство, сельское хозяйство и т.п.) и частным - этих сфер на отрасли и подотрасли (42).

В то же время степень обобществления производства на деле проявляется в четкости, отработанности и воздействии механизма межотраслевых связей - целевого, правового и, главное, экономического. Пони-

мание этого в отрасли в значительной степени отстало, что и привело к значительным недостаткам в ее развитии.

Особое положение отрасли "мелиорация и водное хозяйство" состоит в том, что она расположена на стыке природопользования и сельского хозяйства. Будучи призвана обеспечить потребности экономики и общества в воде по режиму, количеству и качеству, отрасль имеет четкую цель, состоящую в формировании, воспроизводстве, охране и распределении водного ресурса как природного субстрата, и является частью сферы природопользования (лесные ресурсы, полезные ископаемые и т.д.).

С другой стороны, "мелиорация и водное хозяйство" не просто обеспечивает сельское хозяйство водой, но с помощью мелиоративных воздействий, постоянных (дренаж, орошение) и периодических (промывки, культуртехника, глубокое рыхление, внесение химмелиорантов и т.д.) повышает, а порой и создает новую продуктивность используемых земель. Мелиорация не ограничивается функцией придатка или инфраструктуры растениеводства, она играет активную роль, влияя на технологию возделывания сельскохозяйственных культур, выбор направления специализации, а также на форму и величину воздействия аграрного сектора на все виды природных ресурсов.

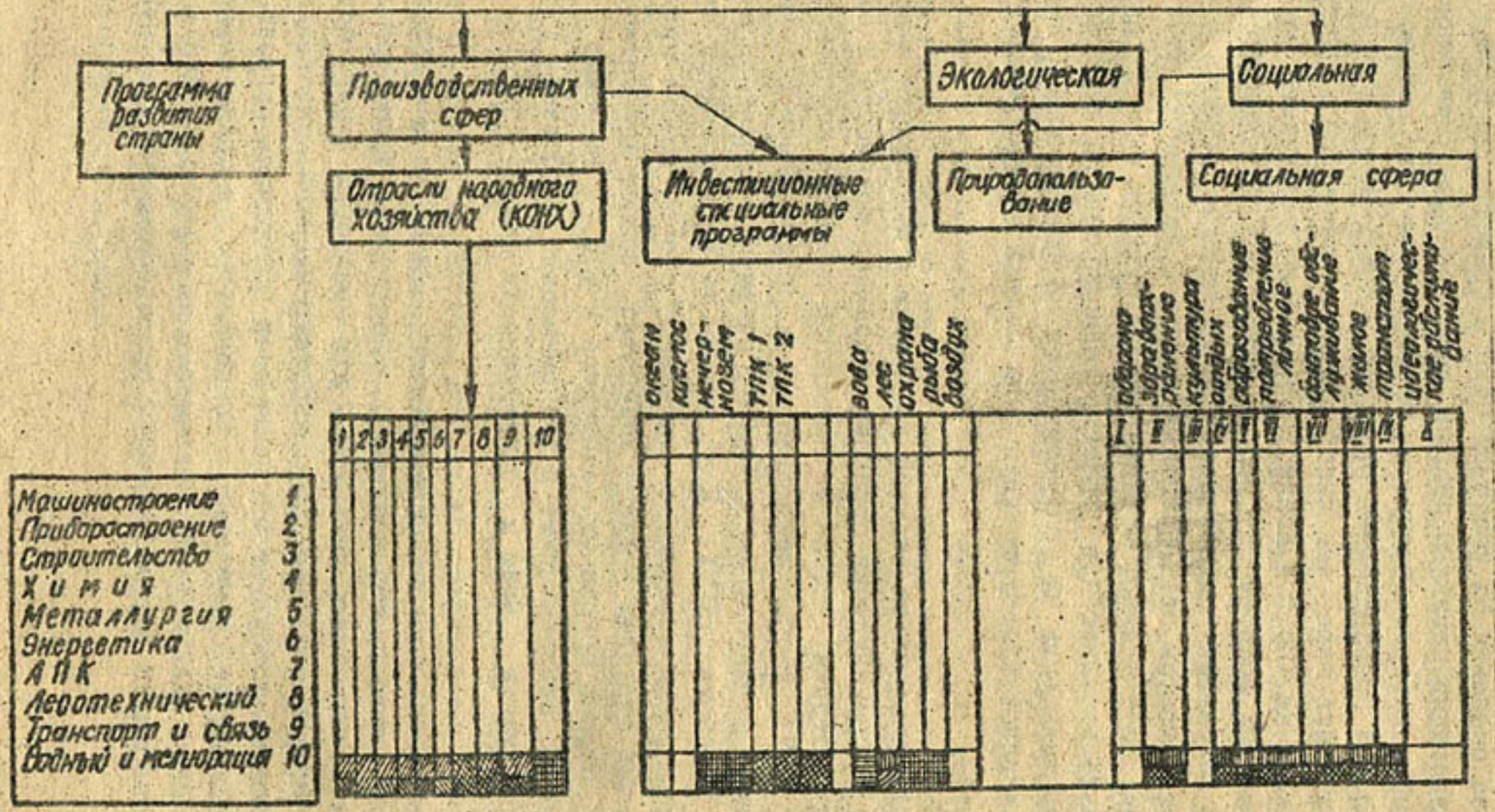
Продуктом водного хозяйства является вода, к которой предъявляются определенные требования по количеству и качеству. И здесь нет особых разногласий по определению, есть отличия в понимании отраслевых границ. В определении продукта мелиорации различие мнений и отсутствие единства в целевой направленности отрасли как раз и привели к значительным недостаткам в отраслевом развитии. Некоторые считают, что мелиорация должна создать условия водообеспеченности и водоотведения, и категорией ее продукции являются объемы водоподачи и водоотведения сельскому хозяйству. Именно эти специалисты заставляли раньше ограничиться в оросительных системах сетью орошения и дренажа, а ныне требуют перехода на хозрасчет с сельским хозяйством путем введения платы за воду и за ее сброс. Другие, исходя из этих же соображений, оценивают мелиоративные воздействия площадью земель, охваченных любыми инженерными сооружениями мелиоративного назначения. Разновидность этих же мнений, но выступающих якобы вразрез водным мелиорациям, заключается в учете площади любых улучшений почвенного плодородия как долговременных, так и краткосрочных, включая сухие (культуртехнические) мелиорации.

Во всех этих подходах неточное понимание мелиораций происходит именно из-за смешения их конечной цели и средств. По К.Марксу (34,с.383), мелиорации призваны создать долговременное повышение плодородия земель, которое образуется путем постоянного поддержания необходимых условий произрастания растений и оптимальной структуры почв. Такая трактовка шире, чем чисто водные мероприятия и предусматривает комплексные (по В.А.Ковде) мелиорации, включающие на фоне создания оптимальных водно-воздушного и минерального режимов еще формирование и сохранение плодородия. Отсюда цель мелиорации и конечная продукция отрасли есть создание прироста потенциала почвенного плодородия. Естественно, что при этом в функции отрасли включается не столько экстенсивное развитие мелиорированных площадей, сколько степень повышения их продуктивности на фоне дренажа, техники полива, агротехники и культуртехники в их полной взаимоувязке и взаимодополнении.

Для определения места водного хозяйства и мелиорации в общем распределении и специализации отраслей народного хозяйства и общественного развития страны, исходя из принципов целевого комплексного планирования (ПЦКП), удобно воспользоваться предложенной Г.С.Поспеловым (42) схемой формирования программы развития комплексов отраслей народного хозяйства (КОНХ). Если дополнить ее комплексом отраслей природопользования и наряду с социальной сферой учесть наличие природопользующих отраслей (водное хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство, охрана природных комплексов и т.д.), то можно определить социальные, экологические и экономические требования страны к отраслевой продукции - воде и продуктивности земель (рис.I).

Для большинства производственных отраслей КОНХа (машиностроение, металлургия, химия, строительство, энергетика, транспорт и связь) отрасль и дает и потребляет продукцию, для некоторых (приборостроение) - только потребляет, для АПК и лесотехнического направления - поставляет. Отрасль участвует почти во всех программах природопользования, в большинстве специальных, региональных, а также социальных программ. При этом сложность функционирования состоит именно в непременном выполнении, в первую очередь, природоохранных требований

Рис. 1. СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ КОНХ НА МАКРОУРОВНЕ



- отрасль дает продукцию водному хозяйству и мелиорации
- отрасль потребляет продукцию водного хозяйства и мелиорации
- отрасль и дает и потребляет продукцию водного хозяйства и мелиорации
- участие в программе развития
- частичное участие

при удовлетворении всех народнохозяйственных, региональных и местных потребностей в ее продукции. А так как невозможно при этом оставить нетронутой природу в ее первозданном виде, то необходимо выполнять или организовывать осуществление компенсационных или природоохранных мероприятий, сводящих на нет или минимизирующих возможные отрицательные воздействия на окружающую среду. Именно увлечение другими направлениями с утратой забот о природе явилось причиной многих недостатков в отраслевом развитии.

Возникает вопрос, а нельзя ли разделить мелиорацию и водное хозяйство, при этом подчинив первую АПК, а второе оставить в составе природопользования? В современных условиях постоянного нарастания дефицита водных ресурсов первостепенной задачей является минимизация расходования воды и стабилизация ее, по крайней мере, на одном уровне, несмотря на рост требований общества. Главным водопотребителем в стране является орошаемое земледелие, которое в дальнейшем может развиваться лишь по мере осуществления водосберегающих мероприятий. Только очень тесная увязка мелиорации и водного хозяйства в исполнении этой принципиальной доктрины может обеспечить необходимый общественный прогресс. В противном случае неизбежно возникновение тех противоречий, которые могут по сути затормозить выполнение главной цели общественного развития - повышение уровня благосостояния народа.

Одновременно такой целевой подход в сочетании с введением хозрасчетных отношений в отрасли позволит сконцентрировать ее усилия на действительно эффективных объектах, создаст устремленность к повсеместному внедрению НТП, четкое разделение ответственности с органами сельского хозяйства - мелиорация создает прирост продуктивности земель, увеличивая природный потенциал, а сельхозпредприятия используют эту продуктивность.

Таким образом, по своим целям (а главное положение ППКП -формирование программ должно идти от цели к средствам) отрасль мелиорация и водное хозяйство является отраслью природопользования. Расположена она на стыке сфер общественного производства: АПК и строительства, доля которых зависит от зональной и функциональной направленности, изменяющейся в отдельные периоды развития. Однако очень важно, что строительство является не главным направлением производства, а лишь средством и инструментом расширенного воспроизводства для выполнения основных задач отрасли. Для любых видов собственников земли задача

при удовлетворении всех народнохозяйственных, региональных и местных потребностей в ее продукции. А так как невозможно при этом оставить нетронутой природу в ее первозданном виде, то необходимо выполнять или организовывать осуществление компенсационных или природоохранных мероприятий, сводящих на нет или минимизирующих возможные отрицательные воздействия на окружающую среду. Именно увлечение другими направлениями с утратой забот о природе явилось причиной многих недостатков в отраслевом развитии.

Возникает вопрос, а нельзя ли разделить мелиорацию и водное хозяйство, при этом подчинив первую АПК, а второе оставить в составе природопользования? В современных условиях постоянного нарастания дефицита водных ресурсов первостепенной задачей является минимизация расходования воды и стабилизация ее, по крайней мере, на одном уровне, несмотря на рост требований общества. Главным водопотребителем в стране является орошаемое земледелие, которое в дальнейшем может развиваться лишь по мере осуществления водосберегающих мероприятий. Только очень тесная увязка мелиорации и водного хозяйства в исполнении этой принципиальной доктрины может обеспечить необходимый общественный прогресс. В противном случае неизбежно возникновение тех противоречий, которые могут по сути затормозить выполнение главной цели общественного развития - повышение уровня благосостояния народа.

Одновременно такой целевой подход в сочетании с введением хозрасчетных отношений в отрасли позволит сконцентрировать ее усилия на действительно эффективных объектах, создаст устремленность к повсеместному внедрению НТП, четкое разделение ответственности с органами сельского хозяйства - мелиорация создает прирост продуктивности земель, увеличивая природный потенциал, а сельхозпредприятия используют эту продуктивность.

Таким образом, по своим целям (а главное положение ППКП -формирование программ должно идти от цели к средствам) отрасль мелиорация и водное хозяйство является отраслью природопользования. Расположена она на стыке сфер общественного производства: АПК и строительства, доля которых зависит от зональной и функциональной направленности, изменяющейся в отдельные периоды развития. Однако очень важно, что строительство является не главным направлением производства, а лишь средством и инструментом расширенного воспроизводства для выполнения основных задач отрасли. Для любых видов собственников земли задача

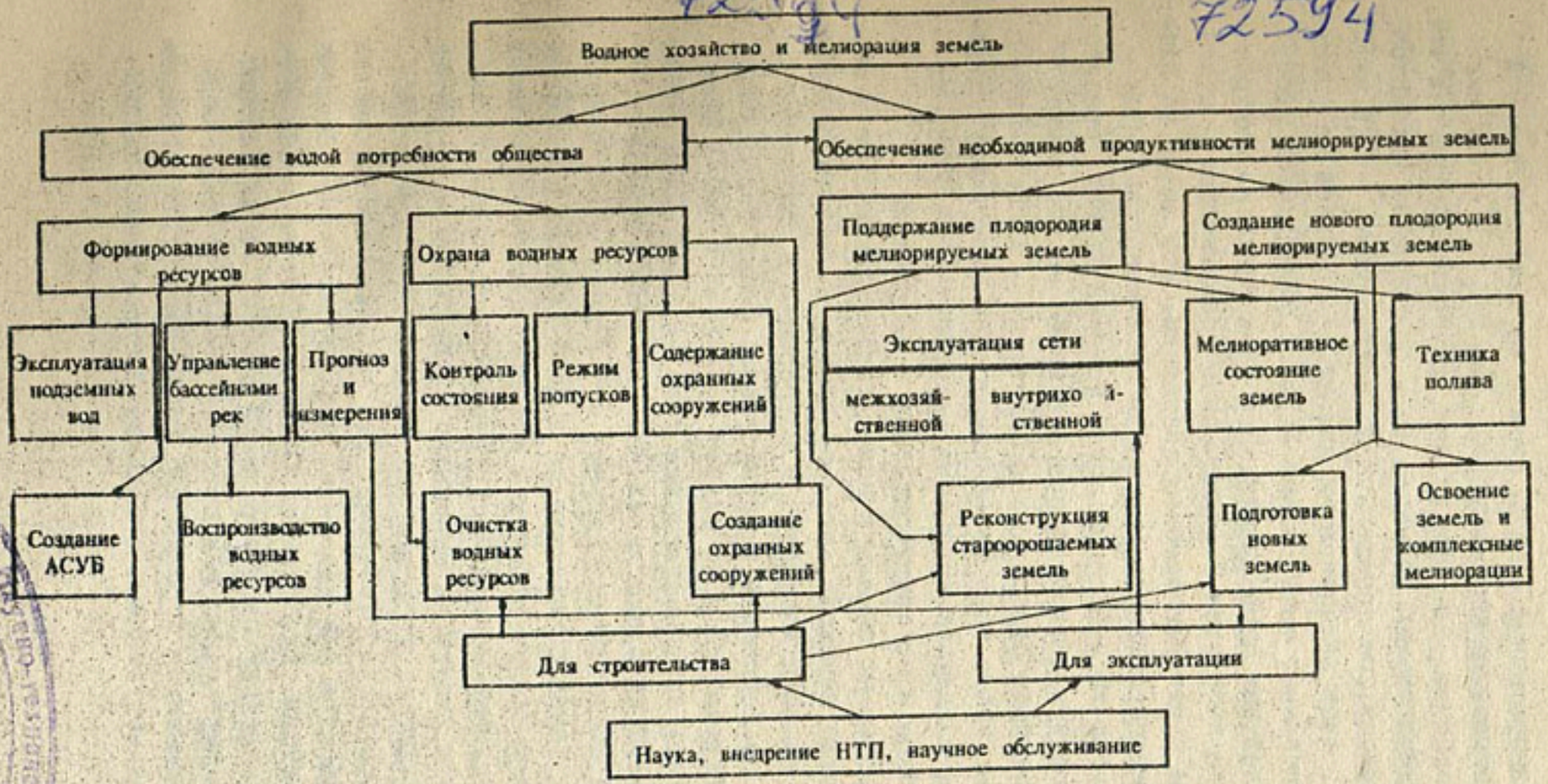
повышения плодородия ее, опираясь на совершенство мелиоративных систем, является неотъемлемой и обязательной. При этом поддержание и обеспечение высокой мелиоративной готовности тем важнее, чем выше ценность - реализационная и товарная - выращиваемой продукции. Поэтому при всех видах собственности на землю необходимость надежного обеспечения мелиоративных работ сохраняется неизменно, точно так же как необходимы и меры по водосбережению, исходя из создаваемого в стране экономического механизма.

Более того, условия самоокупаемости отраслей, выдвигаемые на первый план в условиях рыночной экономики, будут стимулировать внедрение целевых и экономических принципов, которые мы разрабатываем и предлагаем. Указанное положение особо подтверждается тем, что стоимость земли, воды, рентные их оценки, стоимость продукции, затратные показатели, прибыль, чистая продукция и другие категории-общие и для рыночной и для жесткой государственной экономики.

Исходя из целевых принципов в целом функциональная специализация отрасли в полном объеме представлена на рис.2.

Если проанализировать современное состояние выполнения отраслью своих функций, то видно, что отрасль в целом недостаточно развита, практически разобщена. Так, функции управления планированием, распределения водных ресурсов страны были возложены на небольшой отдел Госкомиссии по продовольственным проблемам страны. Естественно, что она занималась лишь очень ограниченным объемом этого управления, а оперативные функции и эксплуатационные мероприятия по обеспечению общества водой лишь незначительно выполнялись централизованно. Из общего объема водозабора треть осуществлялась из рек, контролируемых органами бывшего Минводхоза СССР и республик (Сырдарья, Амударья, Зеравшан). Ими же управлялась лишь половина безвозвратного водопотребления. Контроль за качеством вод велся на всех или почти всех реках страны гидрометслужбой крайне недостаточно, а управление санитарными попусками и благоприятным режимом вод осуществлялось менее, чем на 10% водных ресурсов. Именно поэтому создалось такое недопустимое положение, что даже у рек, где водозабор незначителен, вследствие большого количества сбросов загрязнителей верховья загрязнены значительно выше ПДК (Иртыш, Урал, Дон и т.д.). Такое же положение и с эксплуатацией подземных вод, большинство из которых находится в компетенции республиканских управлений геологии.

72594



Виды деятельности	Эксплуатация	Строительство и проект		Промышленность	Наука	Прочие
Численность занятых тыс. чел.	226	945	67	154	29	307

Рис. 2. Функциональное построение отрасли

Эксплуатация мелиоративных систем лишь в ее межхозяйственной части осуществляется минводхозами республик, там где они есть, или органами сельского хозяйства, там где их нет. Внутрихозяйственная же сеть, несмотря на исключительную важность ее, в большинстве находится в руках землепользователей, не оснащенных ни механизмами, ни квалифицированным персоналом, лишь заказывающих подрядные договора на очистку, ремонт или восстановление сети силами органов минводхозов республик либо других подрядных организаций. При этом никто на внутрихозяйственном уровне не заботится о техническом совершенстве и целевом поддержании систем в работоспособном состоянии. Это лежит на плечах недостаточно квалифицированного персонала сельхозорганов районов и хозяйств. Точно так же внедрение новой техники полива, средств водоучета внутри хозяйств является их прерогативой, но из-за отсутствия в большинстве хозяйств средств, а в некоторых - и понимания важности этой проблемы, никто этим не занимается по-настоящему. Централизованные органы же сельского хозяйства республик тоже очень далеки от указанных проблем и не заинтересованы в их решении.

Реконструкция орошаемых земель и новое водохозяйственное и мелиоративное строительство осуществляются по планам и заказам республиканских министерств водного хозяйства и мелиорации и лишь небольшое количество объектов - по договорам с хозяйствами. Самый большой недостаток этих работ заключается в их слабой согласованности с органами сельского хозяйства, ограничивающейся лишь согласованием проектных материалов и приемкой их в эксплуатацию. При этом в проектах, подгоняемых обычно под директивные удельные стоимости, очень часто отсутствует учет того, какие показатели на выходе получит сельскохозяйственное производство, какие эффекты и как они воплотятся в жизнь.

В то же время огромные мощности строительных организаций, созданных в отрасли, даже с учетом их нынешнего привлечения на строительство основных фондов в других отраслях, особенно в сельском хозяйстве, оказываются не всегда загруженными. Это вызывает необходимость поиска строительных объектов как самоцели, что обусловливает справедливую отрицательную реакцию общественного мнения. В то же время очень большие объемы по техническому перевооружению систем, по их реконструкции, которые крайне необходимы для создания нового уровня земле- и водопользования, выполняются ограниченно из-за некоторого дефицита средств. Это в значительной степени отталкивает строителей, привык-

щих к объектам открытого фронта больших массивов новых земель, сосредоточению усилий на этих работах.

Переключение же мощностей этих строителей на поддержание и развитие эксплуатационной службы не делается из-за того, что строительные организации, сосредоточившие в своих руках большие мощности, не заинтересованы в их потере и переквалификации. В результате более 60% отрасли занято строительством и проектированием и лишь I5% - всеми видами эксплуатации.

Анализ недостатков отраслевого развития

На первом этапе становления отрасли основное внимание уделялось созданию мощностей и баз строительных организаций, стройиндустрии, промышленного производства. Это было оправдано тем, что до I965 г. мелиоративные работы были слабо механизированы, индустриализированы и не отвечали современному уровню строительства. Рывок, сделанный в I965-I975 гг., позволил поднять водохозяйственные работы до уровня наиболее индустриальных в стране (выработка на человека в среднем составила I0-I2 тыс.руб. в год, а в отдельных организациях доходила до I6 тыс.руб.) и создать базу планирования, материального снабжения и финансирования. Они ориентированы в основном на объем строительных работ и ввод новых земель как ведущий показатель мощности отрасли. Эксплуатация мелиоративных систем только частично (по межхозяйственной части) находилась в руках отрасли, внутрихозяйственная эксплуатация до I982 г. почти выпадала из сферы основных работ и планировалась как прочая деятельность, эксплуатация верхнего уровня водохозяйственных систем (водохранилищ, речных бассейнов) контролировалась (но не управлялась) Минводхозом лишь в части охраны водных ресурсов, порядка водораспределения и режима работы дефицитных бассейнов.

Ориентация на всемерное развитие мелиорации (и там где нужно, и там, где не нужно), бесспорно, создала приоритет строительства в отрасли. При этом и отрасль и Госплан СССР настолько увлеклись валовыми показателями расширения, что даже материально-техническое снабжение главной части отрасли - эксплуатации - всегда находилось в ущемленном состоянии. С другой стороны, мелиорацию делали панацеей

от всех бед в сельском хозяйстве зачастую шаблонно, перенося в нее и технические решения и подходы прежде осуществленных проектов, без особого учета того многообразия природных условий, в которые эта мелиорация вторгалась. Между тем, так же, как нельзя дважды вступить в одну реку, так нельзя и дважды дать однозначный мелиоративный рецепт земле. Нужно было тщательно исследовать, что требует земля, а потом создавать комплекс ее улучшения, не всегда водного направления (например, улучшение черноземов). Этот комплекс должен был быть основан на соотношении возможного прироста продуктивности земель и соответствующих затрат на создание этого прироста. К сожалению, строительство само не было заинтересовано в этом, а эксплуатационные органы практически, за редким исключением, не являлись той силой и частью отрасли, которая ориентируясь на конечный эффект и конечную ответственность, сдерживала бы нарастание строительной увлеченности.

Только в последние годы внимание к основным целевым задачам отрасли несколько повысилось. С 1981 г. налажен единый в стране учет использования поверхностных и подземных вод, в 1982 г. введен мелиоративный кадастр. В 1984 г., по предложению Минмелиоводхоза СССР, принято постановление о передаче внутрихозяйственной сети на баланс водохозяйственных органов (хотя это постановление осталось не осуществленным). Тем не менее, степень охвата непосредственным управлением всей системы водного хозяйства и мелиорации следует считать недостаточной. Это проявляется в том, что до сего времени ряд функций (содержание охранных сооружений и их создание, очистка водных ресурсов, охранные попуски, эксплуатация внутрихозяйственной сети) отраслью практически не осуществляется, а часть из них (техника полива, управление бассейнами рек, воспроизводство водных ресурсов) осуществляется частично.

За годы формирования отрасли проведение единой научно-технической политики успешно шло в области строительства, слабее - при формировании водных ресурсов. Однако она почти не осуществлялась в эксплуатации внутрихозяйственных мелиоративных систем и техники полива. Можно перечислить основные крупные мероприятия по внедрению НТП, выполненные в первые десять лет существования Министерства мелиорации и водного хозяйства страны. Это переход к закрытому горизонтальному трубчатому дренажу, оснащение сети каналов железобетон-

ными лотками, комбинированная бетонопленочная облицовка оросительных земляных каналов, капитальная промывка земель по крупным чекам в сочетании с совершенными дренами, полив с помощью дождевальных машин "Кубань", "Фрегат" и "Волжанка", применение в качестве проводящей сети комбинированных бетонных труб со штрипсовым сердечником и многое другое.

В то же время система эксплуатации этих сложных технических и водосберегающих мероприятий организационно не отработана, совершенно отсутствуют внутрихозяйственный учет воды и внутрихозяйственное водораспределение и планирование. Более того, длительное время эта часть отрасли считалась прерогативой органов сельского хозяйства, которые совершенно не занимались этим вопросом. В результате отсталость внутрихозяйственной эксплуатации вошла в огромное противоречие с техническим уровнем и строительства и эксплуатации межхозяйственных сетей. Все это не могло не отразиться на недостаточной эффективности мелиорируемых земель.

Создание отрасли, естественно, было вызвано и задачами расширения возможностей управления и удовлетворения интересов развития экономики всей страны. Как удалось увеличить потенциал отрасли и ее результативность, видно из табл.1.

Таблица 1

Изменение показателей развития мелиорации и водного хозяйства в бывшем СССР

Показатель	Единица измерения	Год		Рост в 1990 г. к 1965 г., раз
		1965	1990	
Объем водозабора	млрд.м^3 в год	206,2	320,0	1,57
Объем безвозвратного водопотребления	-"-	103,0	200,1	1,96
Площадь мелиорированных земель	млн.га	15,28	35,4	2,22
в т.ч.: орошаемых	-"-	9,49	20,5	2,15
осушенных	-"-	5,79	14,9	2,60
Производство продукции растениеводства на мелиорированных землях	млрд.руб.	6,23	18,4	2,98

Продолжение табл.1

То же от общего производства продукции растениеводства на всех землях	%	20,0	34,1	1,70
Продуктивность воды в мелиорации	$\frac{\text{руб}}{1000\text{м}^3}$	60,0	89,6*	1,49
Объем капвложений	млрд.руб.	1,7	8,3	4,9
Объем промышленной продукции	-"-	0,2	1,6	8,0
Численность работающих	млн.чел.	0,67	1,72	2,6

В соответствии со своими задачами водное хозяйство, в основном, удовлетворяло потребности народного хозяйства и общества в воде благодаря постоянному наращиванию объема водных ресурсов в прошедшие годы - опережающему строительству водохранилищ, крупных насосных станций, межбассейновых переброс ок. Лишь в отдельные годы в некоторых бассейнах возникал дефицит воды (реки Урал, Дон, Кубань, Амударья, Сырдарья).

В настоящее время положение резко ухудшилось в связи с повсеместным усложнением водохозяйственной обстановки и нарастанием дефицита воды. При этом следует учитывать два вида дефицита - абсолютный дефицит по количеству (Амударья, Сырдарья, Талас, Урал) и дефицит искусственный, возникший из-за загрязнения в целом многоводных источников (Иртыш, Нева и др.). Поэтому теперь необходима организация управления всеми бассейнами рек в стране, дефицитными и недефицитными, с охватом вопросов формирования и охраны водных ресурсов.

В серьезной переоценке направленности работ нуждается и мелиоративная часть отрасли. В 1965-1976 гг. мелиорация стремилась к утверждению своих позиций повсеместно во всех уголках страны. Сейчас следует выбрать зоны и направления максимальной эффективности отраслевого развития с глубоким учетом дифференциальной стоимости воды, дифференциальной продуктивности земель и отсюда установить удельный лимит капиталовложений, который может быть окупаем. Это вытекает как из особенностей природных условий, так и из некоторых результатов отраслевого развития.

* По данным 1989 г.

Рост дефицита водных ресурсов и разрозненность усилий в целенаправленном снижении расходов воды привели в последние годы к постоянному увеличению капиталоемкости водозаборов (табл.2).

Удорожание водопотребления, особенно на нужды жилищно-коммунального хозяйства и энергетики, определяется ростом загрязнения водных ресурсов и необходимостью принятия дополнительных мер по очистке и подготовке воды для использования, а также определенным зональным нарастанием его объема и отсюда - дефицитом водных ресурсов.

Рост основных фондов в расчете на 1 м^3 водозабора по стране, млрд.руб. Таблица 2

Наименование водопользователя	Год			
	1970	1975	1980	1988
Жилищно-коммунальное хозяйство	0,42	0,53	0,78	0,92
Промышленность (без гидроэнергетики)	0,04	0,05	0,06	0,08
Мелиорация	0,09	0,20	0,24	0,31
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	0,43

А.Н.Костяков (27) обращал внимание на то, что природные и экономические факторы мелиорации и водного хозяйства изменяются с северо-запада на юго-восток. В этом направлении убывает степень естественной водообеспеченности, снижается коэффициент естественного прихода - расхода влаги почвой и растениями, уменьшается естественная густота гидрографической среды, увеличиваются неравномерность водного режима и напряженность водопотребления. Это подтверждает анализ зональной водообеспеченности отдельных водохозяйственных районов страны, особенно в южной зоне.

В бассейнах Каспийского, Черного, Аральского морей проживает 75% населения страны, производится 70% промышленной и почти 2/3 сельскохозяйственной продукции, а объем водозабора и водопотребления достигает 90% водопотребления по СНГ в целом. Водные ресурсы данных бассейнов уже используются почти на пределе и их водохозяйственный баланс даже по среднему году сводится к нулю, а дефицит в отдельные

годы доходит до 10 км^3/год. Лишь за маловодные 1974, 1975, 1982 и 1986 гг. в бассейне Аральского моря дополнительные государственные затраты и непосредственный ущерб потребителей превысили 2,0 млрд.руб. Возможности же увеличения располагаемых водных ресурсов за счет формирования стока внутри каждого бассейна составляют всего 39,3 км^3 в год на уровень полного исчерпания.

Не менее важен характер использования водных ресурсов. Органами мелиорации и водного хозяйства СССР совместно с другими министерствами и ведомствами велась определенная работа по совершенствованию водопользования, повышению технического уровня оросительных систем и систем водоснабжения, улучшению эксплуатации водохозяйственных объектов, что позволяло постоянно повышать эффективность использования водных ресурсов страны.

В целом по стране водозабор увеличился за 1970-1988 гг. на 40%, а безвозвратное водопотребление - на 78% (табл.3).

Динамика водозаборов и водопотребления особенно видна при сопоставлении показателей СССР и США, в том числе на душу населения. В отличие от имеющих место, иногда необоснованных деклараций о якобы намного меньших расходов воды в США фактически в СССР водоподача и водопотребление меньше в пересчете на человека (59). И это в условиях, когда биолого-климатический потенциал в США намного выше, чем у нас. По данным Б.Г.Штепы (62), 45% территории штатов находится в благоприятных условиях для выращивания сельхозкультур против 22,5% в нашей стране.

Постоянное снижение водоемкости народного хозяйства привело к уменьшению затрат воды на 1 руб. валового общественного продукта с 0,4 до 0,23 м^3 в год, на 1 руб.промышленного производства - с 0,13 до 0,79 м^3 в год, на 1 руб. сельскохозяйственной продукции - с 1,27 до 0,82 м^3 в год. По зонам орошаемого земледелия безвозвратное водопотребление на 1 руб. сельхозпродукции повсеместно снизилось в 1,5-2 раза: по бассейну реки Дон - с 25 до 10 м^3, по Амударье - с 17 до 10,5, Волге - с 17 до 11,8, Сырдарье - с 13,8 до 7,5, Кубани - с 19 до 16.

Суммарная разница между водозабором и безвозвратным водопотреблением, характеризующая степень использования потерь стока повторно, показывает, что в промышленности и теплоэнергетике эта кратность составляет 7-10, в коммунальном хозяйстве - 3-4, в орошаемом

земледелии - 20-30%, хотя в отдельных бассейнах (Сырдарья) достигает 50-60%.

Наибольший объем водопотребления приходится на орошаемое земледелие. Общий объем водозабора на орошение на Северном Кавказе, Поволжье, Средней Азии, Казахстане, Украине, Закавказье составлял в 1970-1988 гг. 125 - 178 км^3, а полезное использование воды на полях - 90-140 км^3/год, или около 50% от водозабора страны. В целом на 1 га орошаемых земель удельный водозабор снизился с 6,9 до 5,3 тыс.м^3/га, а безвозвратное водопотребление - с 5 до 4,2 тыс.м^3/га. Тем не менее резервы экономии воды в орошаемом земледелии ограничены.

Промышленность занимает второе место по объему водопотребления в стране. Общий объем использования воды отраслями промышленности (без энергетики) в 1985 г. составил 34 км^3, в 1988 - 35,5 км^3 против 33 км^3 в 1970 г., т.е. практически стабилизировался благодаря широкому применению маловодных, безводных технологий, оборотных систем водоснабжения. На 1988 г. замкнутые системы водоснабжения действовали на 18% крупных предприятий страны, доля повторно используемой воды в отраслях промышленности достигла 67% от общего водозабора.

В теплоэнергетике за 1972-1988 гг. объем водоиспользования вырос на 14 км^3, а удельное водопотребление на единицу продукции сохранилось на прежнем уровне - 0,05 м^3 кВт.ч. Одной из причин, препятствующих снижению удельных затрат воды, явилось увеличение до 20% в общем энергобалансе доли атомных электростанций, на которых удельные расходы воды в 1,6 раза выше, чем на конденсационных электростанциях.

В коммунальном хозяйстве получили развитие системы централизованного водоснабжения, удельное водопотребление на жителя составило в 1988 г. 320 л/сут., общее водопотребление выросло на 5 км^3/год против 1970 г.

Современное состояние использования водных ресурсов требует от отрасли не только ускоренного осуществления мер по формированию водных ресурсов, улучшению качества воды в реках, но и настойчивого снижения всеми водопотребителями удельных расходов воды на единицу продукции, а также уменьшения капиталоемкости водного фактора в противовес нарастающим трендам удорожания.

Однако до настоящего времени степень не только управления вод-

ными ресурсами, но и воспроизводства их непосредственно органами водного хозяйства страны очень мала и ограничивается согласованием проектов, режимов и т.д. Поэтому осуществление мер по управлению водохозяйственным развитием и водными ресурсами в пределах бассейна возможно лишь при ускорении концентрации этого уровня, включая функции заказчика, в руках отрасли водного хозяйства.

Мелиорация же полностью находится в руках отрасли. Длительное время мелиоративные работы в целом были вполне эффективны. Это создало некоторую успокоенность и, как следствие, незаметными остались некоторые отраслевые тенденции, которые особенно отрицательно проявились в 1981-1985 гг.

Если проанализировать средние удельные затраты капвложений в каждой республике (зоне) на получение прироста сельскохозяйственной продукции на мелиорированных землях (табл.4), то, несмотря на ориентировочный характер этого показателя; (здесь учитываются все капвложения в отрасли, включая непроизводственную сферу, базу и т.д.), обращает на себя внимание резкая зональная дифференциация как прироста продукции с мелиорированных земель, так и капвложений на единицу продукции.

Наиболее высоки приросты от мелиорации в Таджикской, Узбекской, Туркменской, Молдавской, Азербайджанской республиках. Те же республики дают и минимальные затраты капвложений на стоимость продукции. Приведенные данные подтверждают справедливость определенных упреков в адрес отрасли в том, что всеобщее увлечение мелиоративными работами не всегда подкреплялось правильным анализом принимаемых технических решений, их окупаемости, зональной специфичности. Одновременно недостаточное осуществление эксплуатационных, мелиоративных и агротехнических мероприятий не обеспечивало потенциальную отдачу мелиорированных земель.

Отдача от мелиорации уже предопределяется показателями удельных капиталовложений на I руб.прироста продукции на мелиорируемых землях, так как, даже если принять рентабельность орошаемого земледелия за 50%, ... окупаемость суммарных капвложений (включая и непроизводственное строительство) будет вдвое больше этих цифр, то есть от 9 до 80 лет! Естественно, что этот расчет не соответствует строгому учету эффективности, так как капвложения, включенные в табл.4, содержат и затраты на создание базы основных фондов строительства и

другие сопряженные капвложения, то есть как бы конечную эффективность прироста продукции в отрасли с учетом совокупных целевых капвложений внутри отрасли.

Более точную картину дает метод приведенных затрат для определения эффективности производства, который был, например, применен В.А.Медведевым (35) для анализа эффективности промышленного производства страны за 1960-1979 гг.

В.А.Медведев отмечает, что повышение эффективности в производстве в стране за весь этот период до 16% произошло, в основном, в 1964-1970 гг., затем в 1971-1974 гг. осталось неизменным, а с 1974 г. началось снижение эффективности. В мелиорации максимальный прирост эффекта получен в 1965-1975 гг., затем тенденция повторилась со сдвижкой на 5 лет. Таким образом, тенденция всего общественного производства в стране распространилась и на мелиорацию.

Если причину этого в масштабе общественного производства В.А.Медведев видит в том, что рост окупаемости прямых затрат недостаточен по сравнению с ростом фондоемкости, то в нашей отрасли эксплуатационные затраты вообще не снижались, а снизилась удельная отдача на I га земель вместо того, чтобы увеличиться.

Тем не менее в 1971-1975 гг. приведенные затраты в отрасль на I руб. прироста продукции имели в целом достаточно низкий абсолютный показатель - I,6 руб. Он затем постепенно возрос до I,9 и до 2,9, соответственно, превысив в последующей пятилетке исходный уровень 1966-1970 гг. Лишь в Азербайджане длительное время эта характеристика сохранялась. В Узбекистане, Грузии, Молдавии, Киргизии в пределах норматива она была в 1966-1975 гг., в Армении - в 1971-1975 гг., в Таджикистане - в 1966-1970 гг. и 1976-1980 гг., в Туркмении - в 1971-1975 гг. В остальных республиках величина приведенных затрат на единицу прироста продукции колебалась в пределах I,3-3,0 в Таджикистане и Туркмении; 3,0-8,0 - в РСФСР, на Украине и Белоруссии. Она равнялась соответственно 4,5; 5,6 и 6,4 по Узбекистану, Казахстану и Грузии; I0,4 - в Армении, даже абсолютной неокупаемости в Молдавии, Киргизии за 1981-1985 гг.

Главная причина таких колебаний отражает уменьшение относительного прироста сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях по вине самого аграрного сектора, ибо в отдельных зонах, областях, районах и даже хозяйствах на мелиорированных землях имело

Таблица 4

Показатели эффективности мелиораций в СССР с 1965 г. (в текущих ценах)

Республики и годы	Валовая продукция мелиорированных земель всего, млн.руб., в т.ч. на 1 га, руб.	Продуктивность 1 га немелиорированных земель, руб.	Площадь мелиорированных земель, млн.га на конец периода
1	2	3	4	5
СССР 1965	6,250	409	98	15,28
1966-1970	7,420	448	119	18,26
1971-1975	10,530	487	126	24,22
1976-1980	13,950	501	136	29,72
1981-1985	15,950	496	134	33,38
Узбекистан 1965	2064	803		2575
1966-1970	2491	980	93	2751
1971-1975	3245	1201	48	2992
1976-1980	4011	1279	82	3454
1981-1985	4250	1210	98	3805
Казахстан 1965		415		1368
1966-1970	529	436	48	1451
1971-1975	670	458	53	1618
1976-1980	839	498	67	1948
1981-1985	917	485	55	2122
Таджикистан 1965	412	881		468
1966-1970	505	1093	92	518
1971-1975	576	1356	68	567
1976-1980	783	1424	106	615
1981-1985	826	1412	127	643
Туркменистан 1965	414	806		514
1966-1970	473	879	50	643
1971-1975	685	957	18	819
1976-1980	804	937	25	920
1981-1985	894	906	32	1072

Продолжение табл. 4

Капиталовложения		Прирост удельной продуктивности земель, руб/га	Введено в с/х использование земель, млн.га	Прирост продуктивности растениеводства, млрд. руб.	То же с учетом немелиорированных земель, млрд. руб.	Капитальные вложения на I руб. прироста
всего млрд. руб.	в том числе на I га, руб.					
6	7	8	9	I0	II	I2
		3II				
I6,3	5470	329	2,98	I,I7	0,84	I9,40
29,6	4966	36I	5,96	3,II	2,38	I2,44
40,0	7272	365	5,5	3,42	2,70	I4,8
34,2	9344	362	3,66	2,00	I,50	22,8
2,82	I6022	II77	I76	0,427	0,4I0	6,88
5,52	22904	II53	24I	0,754	0,742	7,4
7,37	I5952	II97	459	0,766	0,728	I0,I
7,55	I6449	III2	35I	0,239	0,2046	36,9
I,32	I5903	388	83	0,064	0,06I	22,0
2,40	I437I	405	I67	0,I4I	0,I32I	I8,2
3,2I	9727	43I	330	0,I69	0,I469	2I,9
3,I5	I8I03	430	I74	0,078	0,0684	46,I
0,592	II840	I00I	50	0,093	0,088	6,73
0,737	I504I	I288	49	0,07I	0,068	I0,8
0,780	I6250	I3I8	48	0,207	0,202	3,86
0,947	3382I	I285	28	0,043	0,039	24,3
0,862	5682	829	I29	0,059	0,052	I6,6
I,074	6I02	939	I76	0,2I2	0,209	5,I4
I,23	I2I78	9I2	I0I	0,II9	0,II6	I0,6
I,4I	9276	874	I52	0,090	0,085	I6,59

Учет прироста вели за минусом продукции, которую могли бы дать немелиорируемые земли

Продолжение табл.4

I	2	3	4	5
Киргизстан				
1965	276	321		861
1966-1970	340	424	116	883
1971-1975	459	561	73	910
1976-1980	505	595	86	944
1981-1985	501	578	87	987

место снижение объема продукции уже от достигнутого. В то же время - даже беглый анализ основных показателей отраслевого развития указывает на нацеленность отрасли не на показатели, соответствующие целям и народнохозяйственным задачам, а на подрядный вал, затратные характеристики и ввод земель. Это привело к совершенно недопустимым совокупным удельным затратам на I га, которые сами по себе обрекают будущие эффекты мелиорации на провал, так как величина их несоизмерима с нормативным доходом.

Большое значение имеет недостаточное развитие экономического механизма в отрасли, отсутствие хозрасчетных взаимоотношений в основной эксплуатационной деятельности как между водохозяйственными подразделениями, так и между отраслью и АПК. Особо следует подчеркнуть недостаточное внимание к природоохранной деятельности водного хозяйства и мелиорации, к развитию системы экологического мониторинга в отрасли в связи с нарастанием отдельных отрицательных явлений (ухудшение качества воды, потери продуктивности земель, распространение опустынивания в дельтах), отсутствие санкций и платы за ухудшение природной среды.

Большим недостатком является необеспечение всех целей и задач отрасли на всех уровнях ее иерархии единой гибкой организационной структурой, а также критериальным и экономическим единством.

Причины этих недостатков, бесспорно, выходят за рамки только отрасли. Они отражают противоречия, которые сложилось в последние годы между возросшим уровнем производительных сил и производственными отношениями.

Наличие указанных противоречий требует их разрешения соответствующей перестройкой в экономике и отрасли, ибо этот процесс опре-

Окончание табл. 4

6	7	8	9	I0	II	I2
0,295	I3409	308	22	0,064	0,06I	4,84
0,458	I6963	488	27	0,II9	0,II7	3,9
0,575	I69I2	509	34	0,046	0,043	I3,4
0,7I5	I6628	49I	43	-0,004	-0,008	89,4

деляет во многом возможность социально-экономического прогресса многих зон мира и страны.

Социально-экономическая необходимость развития водного хозяйства и мелиорации в странах СНГ и за рубежом

На современном этапе развития стало очевидным, что казавшиеся ранее неисчерпаемыми природные ресурсы будут исчерпаны буквально в ближайшие 5-I0 лет. В равной мере это относится и к водным ресурсам. И хотя из 39 тыс км^3 возобновляемых за год водных ресурсов мира (30) уже в середине 80-х годов забиралось 4,5 и загрязнялось 8,5 тыс.км^3, располагаемые водные ресурсы оценивались в I4 тыс.км^3. Однако при этом почти во всех частях света имеются зоны и государства, в которых наблюдается резкий дефицит воды.

Уже в I984 г. 40% государств по обеспеченности водными ресурсами на человека в год относились к низко обеспеченным (I000-5000м^3), а десять стран - к очень низко обеспеченным (менее I000 м^3). По предварительным расчетам, к 2000 г. в низкую категорию попадут 60% государств земного шара, а 20%-в категорию очень низкую. Потребности общества в воде определяются, в первую очередь, количественным ростом населения и увеличением его удельных требований.

Некоторые специалисты считают, что необходимо отказаться от мелиорации земель с целью сохранения водных ресурсов для удовлетворения потребностей общества в будущем. Неизменность такой линии четко подтверждается всем опытом мировой практики. Она доказывает, что решить продовольственную проблему и обеспечить занятость населения развивающихся стран можно лишь путем орошения, строительства

дренажа, совершенствования сельскохозяйственной технологии и техники.

Если к началу века площадь орошаемых земель составляла 40 млн.га, то к 1950 г. она увеличилась до 96 млн.га, а к 1981 г. - до 240 млн.га. Первенство среди стран мира занимает Индия, в которой площадь орошения (64 млн.га земель) составляет 27% возделываемых земель, а к 2000 г. намечено довести ее до 50%, несмотря на то, что на 3/4 территории в стране выпадает в среднем 1000 мм осадков за год. В Китае площадь орошения охватывает 48 млн.га, или почти половину пашни, в Японии орошается 76% пашни, в Корее - 72%. В целом в Северной и Центральной Америке орошается 11% земель, в Азии - 35,5%, в Европе (без СССР) - 11,5%, в Южной Америке - 8%.

По материалам исследования ФАО "Земля, продовольствие и население" (1983 г.), мировая продовольственная проблема может быть решена только подъемом агротехники на основе мелиорации. К 2000 г. площадь орошаемых земель должна быть удвоена, т.е. составлять половину потенциально возможных орошаемых земель - 947 млн.га.

Программа, разработанная ФАО, предусматривает, что орошение дополнительных 150 млн.га в развивающихся странах к 2000 г. должно проводиться в комплексе с мероприятиями, направленными на улучшение и повышение продуктивности сельского хозяйства на уже обрабатываемых землях.

Характерно, что и развитые страны основывают сельскохозяйственную политику на мелиорации. США на 1988 г. располагали 25 млн.га орошаемых, т.е. 13%, и 42,7 млн.га дренированных земель, или 20% пашни. Румыния, в которой климатические условия намного благоприятнее, чем в СНГ, мелиорирует ежегодно до 600 тыс.га. Здесь намечено довести площадь мелиорируемых земель к 2000 г. до 11 млн.га, что составит 60% всех посевных площадей.

В СНГ, где орошается всего 9% земель, проблема водообеспеченности и мелиорации (табл.4) земель особо остро стоит в южной части страны. Если учесть, что возможности расширения немелиорированных земель здесь исчерпаны, то ее решение жизненно необходимо для успешного развития всей экономики и повышения благосостояния трудящихся. При общем приросте населения страны в 26-30 млн.человек к 2000 г. в рассматриваемой зоне прирост составит 20 млн.человек. Учитывая более благоприятные природно-климатические условия, здесь не ожи-

ается отток населения. Отсюда перспектива водообеспеченности южной части СНГ должна исходить из государственной целесообразности занять этот контингент в общественной сфере- промышленности, строительстве и сельском хозяйстве, обеспечить его продуктами питания, создать необходимые социальные условия.

Основная демографическая и экологическая нагрузка, приходящаяся на южные районы страны, в сочетании с малой подвижностью населения и необходимостью удовлетворения его социальных и бытовых потребностей, предъявляет определенные требования к решению проблемы водных ресурсов, используемых в народном хозяйстве.

Для оценки водопотребления народного хозяйства до 2000 г. в основу приняты прогнозные показатели, установленные СОПСом Госплана СССР в "Концепции развития народного хозяйства СССР до 2000 г.", материалы отраслевых схем (табл.5)

В расчетах предусмотрено, что в ближайшие I0 лет сохранятся сложившиеся темпы изменения удельного водопотребления (рост удельного водопотребления на одного человека в сутки - до 40% за десятилетие, снижение удельных затрат воды на единицу промышленной продукции - до 30%, снижение удельных затрат на единицу сельскохозяйственной продукции растениеводства - на I-2%).

Следует отметить, что хотя затраты воды на I млрд.руб. продукции орошаемого земледелия снижались на I5% в среднем за десятилетие, затраты воды в целом на производство продукции растениеводства на всех угодьях снижались лишь на I-2% в связи с неустойчивостью продуктивности немелиорируемого земледелия. Это лишний раз подчеркивает необходимость увеличения удельного веса мелиорируемых земель в будущем, что наряду с повышением стабильности земледелия в стране, особенно в южных районах, приведет к резкому снижению удельного расхода воды на единицу продукции.

Таким образом, по сравнению с I985 г. безвозвратное водопотребление при сохранении всех существующих тенденций увеличилось бы на I45 км^3 в год, из них 23,6 км^3 на несельскохозяйственные нужды.

С учетом ранее выявленных возможностей увеличения ресурсов местных водоисточников регионов и современного водохозяйственного баланса, резерв пресной воды для хозяйственного развития до 2000 г. без дальнейшего пополнения их водами рек северного склона оценивается в объеме 60 км^3 в год, а с учетом нереальности перераспределения - около 20 км^3 возможных.

Таблица 5

Рост безвозвратного водопотребления при сохранении существующих тенденций в водопользовании к 2000 г.

Показатель	Объем	Изменение показателя удельного водопотребления за 10 лет, %	Прогнозный показатель удельного водопотребления в 2000 г.	Безвозвратное водопотребление, км³
Городское население, млн.чел.	151,7	+ 46	415 л/чел.сут.	8,3
Сельское население, млн.чел.	74,9	+ 33	314 л/чел.сут.	8,6
Промышленность, млрд.руб.	942	- 30	0,034 м³/руб	32,0
Теплоэнергетика, млрд.кВт.ч.	243,2	- 4	0,044 м³кВт.ч.	10,7
Сельское хозяйство, млрд.руб.	139,7	- 1,5	1,65 м³руб	224,7
Прочие показатели				5,0

При использовании вод бессточных рек, дефицитных по воде, этот резерв снижается до 40–44 км³ в годы. При достигнутом техническом уровне водохозяйственных систем водопотребление в таком объеме обусловило бы снижение темпов хозяйственного развития и, в первую очередь, орошаемого земледелия.

Следовательно, главное внимание в развитии водного хозяйства страны необходимо уделять совершенствованию водопользования во всех отраслях народного хозяйства, а также ускорению научно-технического прогресса в технологии и методах использования воды для обеспечения экономного и эффективного расходования имеющихся водных ресурсов. Только сосредоточенное и целенаправленное управление процессами формирования и использования водных ресурсов и их экономного расходования всеми водопотребителями и, в первую очередь, в орошаемом земледелии, в сочетании с комплексом мер, направленным на максимальное повышение продуктивности мелиорируемых угодий, может решить сложную задачу удовлетворения потребностей развития нашего общества

в воде и сельскохозяйственной продукции.

При этом следует иметь в виду, что планируется за счет орошения удвоить производство аграрного сектора страны до 2000 г. на орошаемых землях, но ни в коей мере не снимается необходимость интенсификации сельхозпроизводства на мелиорируемых землях, в первую очередь, там, где водный режим обеспечен или почти обеспечен в естественных условиях. Более того, эти два направления должны постоянно взаимодействовать в решении продовольственной программы страны, ибо только их взаимными усилиями эта программа может дать стране нужное количество продовольственных товаров. В частности, на орошаемых землях должно быть сконцентрировано, кроме технических культур, гарантированное производство овощей, фруктов, винограда, бахчевых, риса, зерна, кукурузы, сахарной свеклы. В то же время неорошаемые высокопродуктивные почвы следует использовать для получения зерна пшеницы, кормовых и др. Тем не менее, удельный вес орошаемых земель, бесспорно, должен быть в СНГ увеличен, особенно в связи с невозможностью другого расширения посевных площадей, кроме освоения пустынных и залежных земель на базе мелиорации.

Водохозяйственный комплекс как сложная эколого-экономическая система

Осуществленные в стране за последние 20-30 лет огромные водохозяйственные работы - строительство и эксплуатация каскадов водохранилищ на реках Волге, Днепр, Ангара, Сырдарья, освоение и орошение крупнейших массивов пустынных и малоосвоенных территорий площадью в сотни тысяч гектаров, создание тысячекилометровых каналов с расходами в сотни кубометров в секунду, в том числе и межбассейновых, привели к тому, что в любом бассейне реки объективно возникают водохозяйственные системы (ВХС) для удовлетворения постоянно растущих потребностей в воде всех водопотребителей и с помощью подачи воды, водоотведения и сопряженных мелиораций создания продуктивности сельскохозяйственных угодий. Отсюда водный фактор в сочетании с другими мелиорациями, наряду с другими факторами производства, должен создать возможность получения валового общественного продукта, объем и стабильность которого со стороны ВХС будут обеспечиваться. Однако стихийно эти факторы без определенной четкой системы управления и организации не могут быть стабилизированы.

Только система управления и динамичное наращивание факторов, формирующих ВХС, в пропорциях необходимого развития должна составить предмет и назначение ВХК каждого бассейна.

Глубина связей ВХК определяется степенью экономического, социального и экологического воздействия во всех регионах страны.

Использование воды в зоне орошения связано с наибольшим эффектом, максимальным безвозвратным отбором и сильнейшим влиянием на окружающую среду. Поэтому вода, испокон веков являвшаяся даром природы, должна рассматриваться как дар не дармовой, а бесценный, цена и важность которого будут нарастать и уже нарастают по мере увеличения дефицита.

Огромная степень влияния взаимодействия водных ресурсов и орошаемого земледелия на всю экономику регионов требует особого внимания к созданию водохозяйственных комплексов (ВХК) в пределах речных бассейнов с орошаемым земледелием. Отсутствие единства и строгого функционального построения в существующей структурной системе отрасли в целом, естественно, отразилось и на состоянии дел в регионе.

Принципиально не выработаны организационные формы в управлении водным хозяйством; недостаточно системно они развиты и в мелиорации. Здесь нельзя согласиться с мнением Г.В.Воропаева и др., что структура должна постоянно меняться, приспосабливаясь к изменению стоящих задач. Видно, могут меняться сочетания функциональных направленностей и объемов, но принципиальная линия поведения по управлению водными ресурсами в стране должна быть организационно и идеологически едина. Именно этим объясняется безнадежное отставание с управлением бассейнами. Его начинают организовывать их лишь тогда, когда состояние дел в бассейне рек катастрофически ухудшается.

Примером может быть современное состояние управления бассейнами рек Сырдарья, Амударья, Заравшан, которое завершилось лишь созданием бассейновых организаций. Создание системы водохранилищ многолетнего регулирования лишь частично помогло в ликвидации острого дефицита в 1982 г., тогда как до этого в течение 1979-1981 гг. из-за слабой управляемости системой водохранилищ в многоводные годы только по Сырдарье было сработано в интересах энергетики и ирригации сверх проектных графиков более 4 км^3 запасов многолетнего регулирования.

Начиная с 1982 г., Минводхоз СССР перевел на жесткий лимит и график все водопотребление в бассейнах.

Однако противодействие отдельных местных водохозяйственных руководителей, стремящихся всячески исказить фактические величины водозаборов, затрудняет сближение этих графиков. Одновременно отрицательно влияет на управление бассейном отсутствие единой межреспубликанской системы учета воды и прогноза элементов стока, особенно в многолетнем режиме. Гидрометслужба, разобщенная по республиканским управлениям, практически не дает рекомендаций по многолетнему стоку, и в связи с этим установление многолетнего режима водохранилищ становится невозможным.

Вследствие сказанного построенные огромные сооружения с многолетним режимом регулирования, работая в сезонном режиме, своих функций не выполняют. С другой стороны, управление бассейнами несколькими организациями сразу приводит к недопустимым явлениям. Так, в 1982-1983 гг. минерализация воды в Такияташе неоднократно повышалась до 1,8-2,2 г/л за счет сбросов коллекторно-дренажных вод без соответствующего разбавления попусками из водохранилищ, что создало катастрофическое положение для водозаборов из Амударьи. Постоянное рассогласование плановых и фактических режимов в объеме годового потребления в 0,5-1,5 $км^3$ в год имело место по бассейнам Сырдарьи и Амударьи за последние годы.

Аналогично переход на режим маловодья Сырдарьи и Амударьи не только подтвердил целый ряд ранее известных недостатков децентрализованного управления, но и выявил новые. Так обнаружилось, что должен быть разработан специальный режим сбора, накопления и сброса коллекторно-дренажных вод, взят на учет весь фактический отбор подземных вод в бассейне, иначе усиленная сработка их в период маловодья в течение двух и более сезонов сказывается на ресурсах возвратных вод, в частности, их естественной подрусловой проточности, которая резко снижается, уменьшая общие ресурсы воды в бассейне.

Все водное хозяйство и мелиорация страны в своем отраслевом единстве, динамике и взаимодействии должно состоять из набора отраслевых комплексов, увеличивающих и изменяющих свои объемы в соответствии с региональными требованиями и обязанностями. Эти комплексы ВХК представляют собой совокупность объектов (природных и антропогенных), предприятий, связей между ними, включенных развивающихся в пределах возможностей управления, рационального использования и охраны водохозяйственных ресурсов в интересах общества. Исходя из этого,

границы ВХК должны определяться границами каждого бассейна, а состав их составляющих следует расширить и охватить постоянное вмешательство не только в первые три функции ВХК (формирование, распределение и охрана), но и в остальные, включая управление водопользованием и формирование плодородия земель.

Наиболее целесообразно водное хозяйство и мелиорацию стран развивать как организационно единую ВХС в масштабах страны.

При рассмотрении схемы взаимосвязей функциональных составляющих отрасли и ВХК (рис.3) легко увидеть, что, несмотря на их кажущееся отличие, все они четко увязаны в своем природном и производственном единстве.

Основное воздействие водного ресурса на земельных (и прочих водопользователей) становится возможным благодаря формированию и охране. Одновременно земельные ресурсы (и прочие водопользователи) подготавливаются к новому производственному функционированию вследствие создания или реконструкции систем, а также комплекса эксплуатационной деятельности. Она включает последовательно содержание сети, водораспределение при одновременной мелиорации земель, совершенствовании техники полива и поддержании оросительных систем. Все это позволяет осуществлять водопользование, одновременно воздействует на формирование и охрану водных ресурсов, в первую очередь, возвратными водами, изменением величин и режима других (подземных, грунтовых) вод. Таким образом, все составляющие ВХК оказываются тесно связанными в природном единстве.

Природной основой водохозяйственных комплексов являются определенные естественные условия, характеризующиеся как крупные таксономические единицы, функционирующие в виде ландшафтно-геохимических или природно-экодинамических систем (9,11). Концепция этих систем основывается на общности и связи в единое целое на единой территории разнообразных природных тел с помощью встречных потоков веществ и энергии.

Интенсивность, сложность этих потоков формируют и определенные ландшафтные системы. Главными потоками веществ здесь являются литосферные, гидросферные и атмосферные. Границы атмосферных потоков в пределах определенного района невозможно четко очертить в связи с их глобальными связями.

Резко прослеживается приуроченность литосферных и особенно гид-

росферных потоков к границам водосборных бассейнов. Отсюда в геофизической и геологической науке четко выделяются в основном типы бассейново-речных и природно-экзогенных систем.

Учитывая сказанное, а также учение о единстве вод суши, целесообразно границы водохозяйственного комплекса очерчивать по границам природно-экзогенной системы - в пределах границ речного бассейна. При этом три главные составляющие-формирование, охрана и распределение на перспективу (планирование) - должны осуществляться в пределах этих природных бассейновых разностей, а использование, воспроизводство и эксплуатация оросительных систем - на уровне территорий, подверженных воздействию и влиянию водохозяйственных мероприятий.

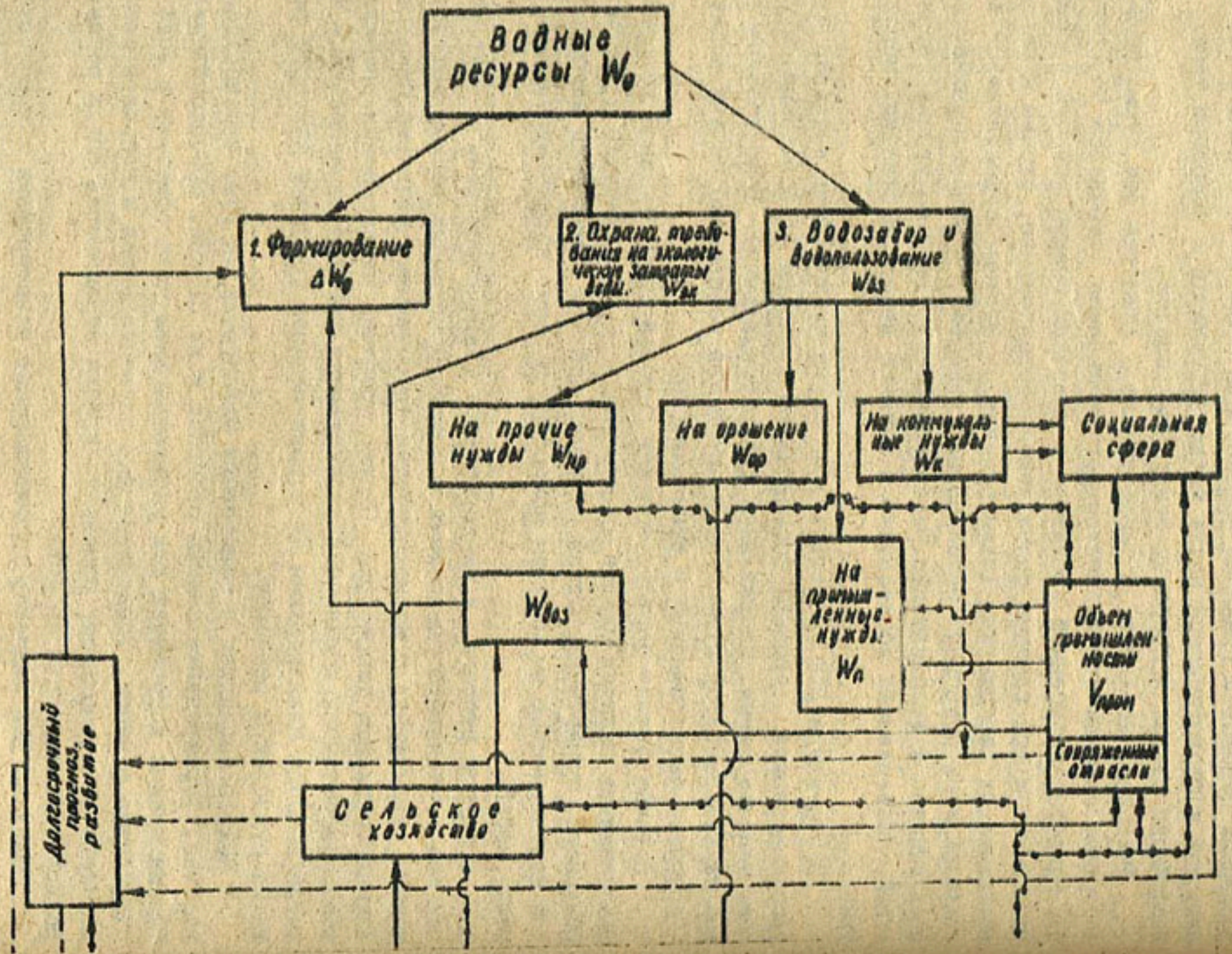
В структуре ВХК соответственно также должны быть выделены два уровня иерархии - уровень формирования и охраны (бассейновый) и уровень использования, потребления (территориальный). В построении такой двухступенчатой структуры имеются два совершенно четких аспекта - природно-экологический и экономический.

С точки зрения первого аспекта основой двух ступеней иерархии ВХК является наличие циклов биогеоценоза - бассейнового и территориального, характеризующихся ненарушенной или нарушенной антропогенной деятельностью на площади водосбора и тесно взаимодействующих между собой.

С другой стороны, в экологическом плане ствол реки и притоков, как ось отраслевого управления и основной источник водных ресурсов, должен увязываться с экономическими требованиями развития прилегающих административных территорий. Отсюда проблема планирования развития водохозяйственных комплексов определяется увязкой отраслевого и территориального планирования на основе анализа основных факторов развития отраслей и регионов.

Водное хозяйство и мелиорация базируются на том, что воспроизводство, формирование водных ресурсов и их охрана, приспособление режима водных источников для удовлетворения нужд общества в воде - отраслевые функции. Управление ими осуществляется в государственном масштабе по отраслевому признаку, исходя из единства вод и общенародной собственности на воду.

Задачей ВХК является удовлетворение всесторонних потребностей народного хозяйства в воде и обеспечение постоянства его поддержания


Водные ресурсы W_0
1. Формирование ΔW_0
2. Охрана, предотвращение экологических затрат
3. Водозабор и водопользование $W_{воз}$
На прочие нужды $W_{пр}$
На орошение $W_{ор}$
На коммунальные нужды $W_к$
Социальная сфера
$W_{воз}$
На промышленные нужды $W_п$
Объем сточных вод $V_{сточ}$
Сопряженные отрасли
Сельское хозяйство
Долгосрочный прогноз. развитие

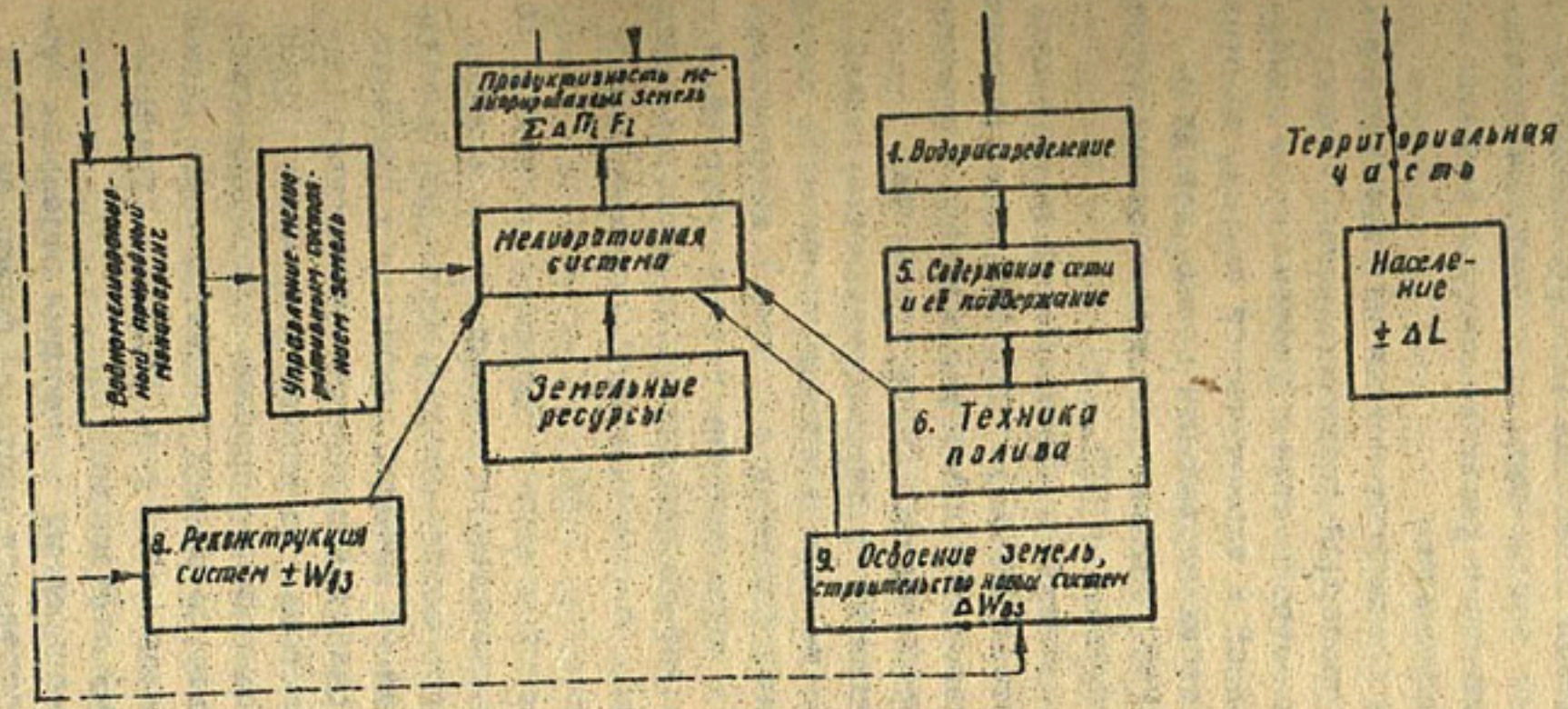


Рис. 3. СХЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ ВХК

в сочетании с максимальной эффективностью использования водного фактора. Здесь начинает проявляться зональная (или региональная) продуктивность воды в сочетании с земельными, трудовыми, материальными и другими ресурсами, управление и развитие которых является прерогативой регионального планирования.

Если территориальные планы составляют исходя из сбалансированности территориальных темпов и пропорций развития, использования своих ресурсов и удовлетворения потребностей с учетом ограничений, накладываемых социальной, природной и экономической сферой, то отраслевое развитие основывается на своих глобальных целях исходя из задач народного хозяйства, с учетом оптимизации использования отраслевых ресурсов и перспектив, открываемых НТП.

В то же время необходимо учитывать и народнохозяйственную цель отрасли, состоящую в создании необходимых условий для удовлетворения потребностей отрасли и в целом народного хозяйства в воде и с помощью водных мелиораций - в решении проблемы сельского хозяйства.

Оптимальное сочетание отраслевого и территориального уровней развития ВХК должно основываться на сопоставлении потенциалов развития в различных региональных зонах бассейна в увязке с дифференциацией затрат на воспроизводство и использование водных ресурсов, в привязке к тем же зонам и на получении максимального народнохозяйственного эффекта в пределах границ, ограничивающих величину ресурса бассейна.

Отсутствие, как таковой, строгой и четкой системы управления ВХС страны привело уже к торможению развития отдельных зон и регионов только из-за нерешенности вопросов водоснабжения. Примеров, к сожалению, можно привести много, даже не имеющих отношения к орошению. Парализован дальнейший процесс развития водоемких производств на Урале, частично в Северном Казахстане, на нижнем Дону и других районах страны. В то же время период решения проблем водоподачи измеряется пятилетками, если не больше, а отсюда соответствующий период замораживания имеющихся потенциалов целых зон, регионов страны ведет и к определенному социальному отставанию.

Учитывая, что антропогенно-природный биогеоцикл отдельных территорий в бассейне (ВХР или оросительная система) формируется под влиянием безвозвратного отбора из реки, а сам по себе безвозвратный отбор влияет на дальнейшую экологическую устойчивость всего ВХР,

расширение орошаемых площадей и мощностей других водопользователей и водопотребителей может идти постольку, поскольку в пределах выделенных лимитов будут уменьшаться удельные нормы безвозвратного водопотребления. Это означает, что по мере постоянного совершенствования системы водопользования может постоянно увеличиваться, например, орошаемая площадь при сохранении стабильности суммарного отбора воды в отдельных ВХР, что придает стабильность и большому бассейновому гидравлическому циклу биогеоценоза. Наряду со стабилизацией водного цикла следует иметь в виду и баланс минеральных веществ и баланс наносов.

В то же время природоохранная направленность ВХК, исходящая из необходимости минимального отбора и сброса воды из рек и естественных источников бассейна, определяет важность управления и жесткого контроля за водопользованием во всех отраслях. Опыт показывает, что неуправляемое водопользование даже при достаточно высоком техническом уровне определяющих его элементов не гарантирует экономного расходования воды, так как местнические тенденции при отсутствии экономических и других ограничений приводят, как правило, к избыточным водозаборам. Поэтому главным природоохранным инструментом ВХК являются управляемость водопотребления на нынешнем этапе и снижение удельного и общего водопотребления в будущем. Очень важно наметить предельную возможность использования собственных водных ресурсов с учетом безусловного обеспечения экологических требований в ближайшей и дальней перспективе, предполагаемого увеличения отбора воды на пограничных реках и притоках, а также определить для каждого временного этапа наряду с показателями и рубежами социально-экономического развития в связи с динамикой ВХК еще и возможные экологические изменения в зонах влияния речного бассейна, особенно в низовьях рек, эстуариях, бессточных бассейнах и водоемах и т.д. Это позволит запланировать и осуществить природоохранные меры, которые предотвратят возникновение потерь общественной продуктивности, как это имело место в низовьях рек бассейнов Аральского, Азовского и других морей.

Значение территориальной части ВХК в создании, поддержании и повышении продуктивности земель требует различных управляемости и вмешательства в различных зонах страны, так же и отличных по составу комплексных мелиораций. Формируемый таким образом потенциал плодородия, зависимый от поддержания определенных режимов влажности, аэрации, минерального питания, солесодержания почв, который будет четко реа-

гировать на диапазон возможных изменений местных климатических и других природных условий. Однако само по себе создание потенциала не есть строительство мелиоративных систем нужного технического уровня, но в большей части это организация четкой эксплуатационной службы ВХК. Она включает водоподачу на орошение, водораспределение, содержание оросительных систем, технику полива и управление мелиоративным состоянием земель.

Бесспорно, в немелиорируемых условиях сельхозугодья, как территориальная часть ВХК, с одной стороны, имеют продуктивность, а, с другой, оказывают влияние на гидрологический цикл. Однако вследствие природной стохастичности климатических, гидрогеологических и гидрологических процессов, оказывающих влияние на плодородие почв, продуктивность земель отличается значительными колебаниями. Даже в зоне, благоприятной для земледелия (ЦЧО в РСФСР, средняя полоса Украины), изменения в величине осадков настолько велики, что не позволяют гарантировать получение потенциально возможного урожая. В переувлажненной или засушливой зонах, только в отдельные годы и то не всегда создаются близкие к необходимым режимы влажности и аэрация почв. Во всех остальных случаях эти естественные колебания должны быть восприняты и сглажены с помощью искусственного увлажнения, дренажа, системы промывок и других мелиораций.

Естественно, что необходимые мелиоративные воздействия на сельскохозяйственные угодья с их диапазоном изменений будут соответственным образом отражаться на колебании гидрологического цикла. Но желательно, чтобы они перетрансформировались в нем за счет способностей естественного и искусственного регулирования в более или менее равноправные выходные характеристики стока. Таким образом, необходимость стабилизации естественных процессов территориальной части ВХК превращается в одну из ее главных задач. В ней объем водоподачи и водоотведения играет важную роль, формируя продуктивность земель и в то же время основной объем возвратных вод, а отсюда остроту задач охраны природных ресурсов.

В то же время управление мелиоративным состоянием земель в территориальной части для стабильности формируемого плодородия требует учета всех его факторов и наблюдения за их динамикой в ретроспективе и прогноза на будущее. Учитывая связь территориальных и гидрологических циклов, следует эти наблюдения дополнить комплексом водно-мелиоративного мониторинга (объем и содержание загрязнителей, нано-

сов, солей, развитие эрозионных процессов и так далее).

На основе анализа существующих экономических и социальных связей ВХК ныне и на перспективу служба ВХК обязана удовлетворять требованиям экономики и социальной среды общества в воде в условиях нарастающего дефицита (а кое-где уже наступившего) всех водных ресурсов. Для этого в условиях стабильно прогрессирующего общественного развития для каждого временного этапа функционирования ВХК нужно установить строгие лимиты водопользования и водопотребления по каждой зоне, водохозяйственному району, вплоть до каждой административной единицы, с тем, чтобы каждый водопользователь и водопотребитель планировал свое развитие на этом этапе лишь в пределах этого лимита.

Безвозвратное водопотребление должно быть под постоянным контролем ВХК, при этом минимальные пределы его, изменяясь под действием изменения технического уровня водопользования, являются одновременно критерием оценки возможности увеличения мощностей водопользователей и эффективности использования воды. Оценки эффективности отдельных составляющих ВХК должны производиться по соответствию объема продукции различных видов на единицу безвозвратного водопотребления по отношению к этим критериальным показателям.

Следует осуществлять перманентно планирование для различных временных этапов предельного использования водных ресурсов в бассейне каждой реки, исходя из стабилизации на определенном уровне бассейнового круговорота с обязательной увязкой минерального баланса в бассейне (временные этапы должны характеризовать для каждого периода 10-15 лет), определенного технического уровня систем управления ВХК и возможной степени доведения ВХК до этого критериального уровня за предстоящей отрезок времени.

С позиций же потребного экономического и социального развития долговременное планирование ВХК на основе анализа, произведенного службой водномелиоративного мониторинга, дает оценку возможностей повышения продуктивности земель с помощью совершенствования мелиоративных воздействий путем комплексных или частичных реконструкций либо улучшений агротехники и растениеводства. Затем с учетом наличия водных ресурсов и их состояния оценивается перспектива увеличения площади новых мелиорированных земель и необходимость для этого дополнительных водохозяйственных сооружений (плотин, водозаборов, каналов и т.д.). Сопоставление всех альтернативных водных и безводных путей развития на основе оптимизационных методов дает возможность

выработать рациональные пути развития ВХК, учитывая их долговременность в осуществлении и достижении эффекта.

Одновременно сами масштабы антропогенного вмешательства в изменение режима, объема и качества водных ресурсов всех видов (поверхностных, подземных и даже морских) стали настолько значительными, а отрицательное их проявление и влияние на другие природные ресурсы (почвы, грунтовые воды, климат и т.д.) столь велики, что управление водными ресурсами должно базироваться на постоянном учете возможных прогнозных изменений всех природных условий и их последствий. Задачи управления поэтому должны исходить из удовлетворения потребностей общества в воде и нашей огромной ответственности перед будущими поколениями за постоянство и долговечность взаимодействия с природой.

Указанные общие положения построения ВХК применимы для всех зон независимо от их природных условий. При этом низшие уровни меняют свое значение и направленность в зависимости от характера водопотребителей и водопользователей и особенностей сельскохозяйственного производства (имеется в виду тип мелиорации).

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СРЕДНЕЙ АЗИИ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС

Средняя Азия и водное хозяйство - достижения и просчеты

Природа многое дала этому благодатному краю: солнце, плодороднейшие почвы оазисов, обилие вод рек, долгое время, да еще и недавно, казавшихся безграничными. Вскормленные и возделанные тысячелетним трудом народов земли эти испокон веков славились обильными урожаями многочисленных и разнообразных сельскохозяйственных культур. И не случайно здесь при общинных в целом земле и водопользовании сложилось исключительно уважительное отношение к дехканину и какое-то преклонение перед мощью и силой воды, превращающей эти земли в мать-кормилицу. "Су-хает!" "Вода-это жизнь!" - эта фраза звучит на всех языках среднеазиатских народов.

В последнее время появилось мнение, что предыдущие общественные формации и историческое прошлое выработали здесь взаимодействие между человеком и природой, которое позволяло вписываться водозаборам в естественный ход гидрологических процессов без нарушения экологического равновесия, укладываясь в диапазон многолетних колебаний стока. Дескать, поэтому в досоциалистическое время человек умел сохранять природу, а наша деятельность являет собой пример хищнического потребления природных ресурсов, не глядя на их ограниченные возможности к возобновлению.

Не отрицая определенной недооценки в советский период развития возможностей использования воды и земли, без учета складывающихся балансов сохранения природных ресурсов, в то же время было бы неправильным и чрезмерно идеализировать все прошлое, ибо оно также не оставило эту природу нетронутой. Так, например, отрыв стока Зарафшана и Кашкадарьи, от Амударьи, свидетельствует о том, что способность этих рек к изъятию воды была исчерпана еще в древнейшие времена, и практически фиксируемая история уже не смогла зарегистрировать естественное состояние водных источников региона. Тысячегектарные масштабы бродячего кочевого орошения в долинах Мургаба, Теджена, в низовьях Амударьи и Сырдарьи превращали огромные площади исконно пло-

кородных земель сначала в селончаки, затем в такыры, на многие сотни лет потерявшие свою былую продуктивность и способность к возобновлению.

Бесспорно, что XX в. с его бурным ростом технических возможностей и первоначально потребительских устремлений сделал интенсивность процессов нарушения экологического равновесия столь быстрой, что общество первоначально не реагировало на нарастание отрицательных явлений. Находясь в состоянии сначала своей эйфории как преобразователя природы, не обнаруживая непосредственной связи между своими действиями и реакцией природы из-за заполнения экологических ниш, наконец, в силу наличия определенной инерции в экологическом мышлении (заполнение экологических ниш в сознании), человек повсеместно прозрел, лишь обнаружив себя на краю пропасти. И это характерно не только для нашей, как теперь усиленно будируют, командно-административной системы, но и для самых передовых стран развитого капитализма. Разница лишь во времени проявления тех или иных природных деградаций и скорости реагирования.

Возьмем проблему бессточных озер или астуарий рек. Везде, где интересы социально-экономического развития пересеклись с использованием водных ресурсов, человечество отдавало предпочтение своим нуждам, забывая о природе. Проблема Арала имеет своих двойников в Калифорнии и в Африке. Но если в Африке в силу пока еще слабого развития озеро Чад лишь начало снижать свой объем и уровень с 1975 г. то озеро Моно в Калифорнии, имея в качестве конкурентного водопотребителя интенсивно возросшее орошение в штате и муниципальные нужды города-гиганта, Лос-Анжелеса, снизилось на столько, на сколько и Арал - на 14 м. Но если у нас снижение началось в 1960 г., Моно - в 1950, то у нас общественность прозрела с 1985 г., у них- в 80 х годах. Постановление правительства принято у нас в 1988 г., у них - в 1983 г. А проблемы качества воды в астуариях Сакраменто, Колорадо, Сан Хоакин аналогичны нашим проблемам Днепра, Буга, Дона, Дуная и всего акватория Черного и Азовского морей.

Стало быть нужно искать корни в общечеловеческом недопонимании всех тесноувязанных антропогенно-природных процессов в ноосфере. В их очень объективной оценке и поисках разумного минимума суммарных социально-экономических и экологических потерь нужно искать пути решения этих проблем.

История отечественного развития среднеазиатского региона – пример общечеловеческого накопления указанных проблем, во многом определяемых инерционностью в понимании и особенно в принятии коренных мер по исправлению складывающегося на каждом временном этапе положения.

Орошение в регионе имело глубокие экономические корни и многовековые традиции. Не случайно приход русского царизма сюда был ознаменован бурной вспышкой составления различных проектов использования земель и рек региона в интересах увеличения масштабов орошаемого земледелия. Площади орошаемых земель в регионе колебались во все предшествующие тысячелетия в пределах 2,5-3,5 млн.га (5I), что при значительном удельном объеме зерновых (до 40%) ограничивалось удельными водозаборами при всем несовершенстве оросительных систем в I2-I5 тыс.м^3/га. Действия царского правительства по созданию инженерных систем в регионе носили скорее начальный характер. В I9I3 г. орошаемые площади составили 2,9 млн.га, на которых хлопчатник лишь начинал выращиваться. До этого периода орошаемое земледелие носило чисто потребительскую направленность с очень небольшим товарным объемом вывоза хлопка-сырца (около I00 тыс.т), семян люцерны и некоторых фруктов (виноград, хурма, гранаты). Первые же решения Советской власти и вся последующая линия, начиная с известного декрета от I7 мая I9I8 г. "Об орошении земель в Туркестане", наметили интенсивные меры по развитию водохозяйственного строительства, освоению новых земель, наведению порядка в земле- и водопользовании, имея в виду две основные цели. С одной стороны, В.И.Ленин поставил задачу добиться хлопковой независимости страны – для обеспечения текстильной промышленности России сырьем. С другой (и это особо прозвучало в "Письме коммунистам Закавказья"), он придавал этому огромное социально-экономическое значение как средству преобразования бывших окраин России, создания и повышения благосостояния населения, сохраняющего тягу и привязанность к селу, к земле, к дехканскому труду.

За достаточно короткий период времени (всего 20 лет) основные поставленные задачи были успешно выполнены. Уже к I940 г. страна получала ежегодно 2,240 тыс.т хлопка-сырца и начала некоторый экспорт волокна за свои пределы. Земли, не видевшие никакого тягла, кроме лошадей и быков, получили тысячи тракторов, удобрения, прекрасные сорта сельхозкультур, агрономическое обслуживание. Колхозы и

совхозы Средней Азии еще до войны получали рекордные урожаи: хлопка-сырца – до 4 т/га, кукурузы – до 6 т/га, люцерны – до 20 т/га и т.д. Несказанно вырос уровень благосостояния трудящихся (табл.6).

Таблица 6

Динамика развития Средней Азии
за 1906-1960 гг.

Показатель	Год		
	1906	1935	1960
Население, млн.чел	6,21	9,3	14,2
В т.ч. трудоспособное, млн.чел.	1,8	2,7	3,8
Занятое в сел.хоз-ве, млн.чел.	1,12	1,86	2,3
Орошаемая площадь, млн.га	3,2	3,5	4,5
В т.ч. под хлопчатником, млн.га	0,54	1,8	2,2
Производство хлопка-сырца, млн.т	0,59	2,2	3,82
Потребление воды $км^3$			
км/год	43,2	50,3	61,0
$м^3$/га	13,5	14,4	13,6
Потребление на человека кг			
мясо	8	13	18
молоко	56	43	110
зерно	190	290	280
фрукты	32	34	36
Переработка хлопка-сырца в регионе, млн.т	0,16	0,21	0,35

* 1906 г. принят по данным Статистического отчета комиссии сенатора графа Палена по Туркестанскому краю. СПБ, 1907.
1960 г. по сборнику Народное хозяйство СССР, 1922 – 1972.-М.: Статистика, 1972.

Если взять одинаковый исходный уровень индийского, афганского и среднеазиатского сельского хозяйства, то те показатели благосостояния, уровня развития, которые крестьянин Средней Азии получил к началу войны, достигнуты в Индии лишь в начале 80-х годов, а в Афганистане не доступны и поныне.

Параллельно с сельским хозяйством в регионе была создана настоящая инженерная ирригация и водное хозяйство с крупными каналами, оснащенными регулируемыми и подпорными сооружениями, с водозаборами

на сотни кубометров воды из рек. Развернулось строительство плотин и водохранилищ на мелких и крупных реках (Первомайская плотина и Каттакурганское водохранилище на Зарафшане, плотины на Чу, Карадарье, Кафирнигане и т.д.).

До Великой Отечественной войны народное хозяйство Средней Азии имело аграрный характер с очень небольшим объемом продукции промышленности, в основном, вспомогательного характера. Война дала резкий толчок индустриальному процессу за счет эвакуации сюда большого количества предприятий. Каждое из них определило дальнейшую направленность промышленного производства (авиационная, электротехническая, химическая, текстильная, металлургия и т.д.). Это же потребовало решить и проблему электроэнергии. Поэтому в годы войны не только продолжалось ирригационное и водохозяйственное строительство - оно получило новое усиление в связи с необходимостью получения дешевой электроэнергии на реках. Параллельно с ирригационными системами в бассейне Чирчика и Сырдарьи были созданы Чирчик-Бозсуйский энергетический каскад, Фархадский гидроузел. Эти работы положили начало регулированию стока рек в интересах комплексного использования и последующему (1950-1960 гг.) строительству Кайраккумского и Чардарьинского водохранилищ на Сырдарье, Южно-Сурханского водохранилища на Сурхане, водохранилищам на Кашкадарье, Чу, Таласе, а также несколько позже уникальных Нурекского и Байпазинского гидроузлов на Вахше, Чарвакского гидроузла на Чирчике. В эти же годы (1950-1960 гг.) начинается строительство мощных насосных станций, машинных каскадов с охватом в последующем до 20% всех орошаемых земель региона машинным орошением.

Экологическая ситуация до 1960 г. оставалась стабильной, хотя потребление воды уже подошло к тому критическому пределу, после которого развитие природных процессов в нежелательном направлении становилось неизбежным. Л.В.Дунин-Барковский (15), оценивая изменение водопотребления в этот период, показал, что развитие оросительного водопотребления было скомпенсировано уменьшением непродуктивных потерь на физическое испарение и транспирацию водопотребляющей растительности в поймах и дельтах. Так оно и происходило до определенного предела заполнения экологической ниши, вводя в заблуждение инерционностью процессов многих ученых, но тем не менее предел наступил в 1960 г. С этого момента надо было, сохраняя ту же направлен-

мость общественного развития, перейти на строжайшее ресурсосбережение и увеличение переработки продукции до конечных форм. Это должно было в первом варианте остановить увеличение орошаемых площадей и переориентироваться на промышленную направленность с маловодоемкими характеристиками (электрическую, электротехническую, точных приборов и других технических направлений по принципу, например, японского развития). Во втором варианте возможна резкая переориентация на интенсификацию орошаемого земледелия, повышение отдачи от орошаемых земель, одновременно увеличивая переработку не только хлопка-сырца в текстиль, пряжу, ткани, одежду и т.д., но и других сельхозпродуктов в консервированную и конечную продукцию. Это, конечно, должно было означать и конец монокультуры хлопчатника.

К сожалению, так не произошло, хотя в регионе нашлись силы, которые пытались организационно, технически и особенно в социальном и экономическом отношении повернуть развитие не только орошения, но и всей экономики по нужному пути. Дело обстояло двояко. С одной стороны, с 1951 г. при строительстве Главного Туркменского канала, ряда каналов системы Тахиаташ, орошении Кзылкумской степи в Казахстане и др. пытались, развивая экстенсивно традиционное орошение, получить как можно более быстро результаты с меньшими затратами. Тем самым обрекали эти массивы не только на излишние материальные и финансовые затраты, при очень низкой отдаче, но и на усиление непродуктивных расходов естественных ресурсов – воды и земли.

Характерным примером такого строительства был новый вариант Главного Туркменского канала –Каракумский. Отдавая должное значению этой огромной артерии протяженностью 1100 км для снабжения водой всей ранее безводной Южной Туркмении, в то же время надо отметить, что с позиций природопользования эта система представляет пример крайне нерационального использования воды и земель. Стремление быстро подать воду в эту безводную зону региона выявило наиболее распространенную отрицательную сторону всех водохозяйственных работ периода 1950-1960 гг. – отрыв водоподачи как по объему, так и по возмещению затрат от использования этой воды. Параллельно приводу воды без всяких мер борьбы с фильтрацией орошаемые массивы не готовились, инфраструктура не создавалась. Орошение организовывалось силами выездных бригад отдельных хозяйств, вся сеть при этом выполнялась в виде примитивных каналов, нарезаемых канавокопателями

без всякой проектной проработки. Подача больших объемов воды с малыми КПД систем не прорабатывалась с точки зрения будущих балансов воды орошаемых территорий. Наряду с нарушением систем естественного оттока в условиях ранее низких КЗИ орошения на условия затрудненного оттока накладывались значительные фильтрационные потери в каналах и на полях, что сразу порождало и заболачивание и засоление. До сего времени печальным памятником этому периоду являются земли Хаузханского и Мургабского массивов в зоне этого канала, не доведенные на площади более 300 тыс.га до современного технического уровня.

Очень слабое мелиоративное обоснование и ориентация на сохранение сухого дренажа сопровождались невниманием к строительству искусственного дренажа, облицовок, планировке, технике полива. Продуктивность орошаемых земель даже с высоким плодородием в ценах 1983 г. составляла в среднем 930-1050 руб./га при удельных затратах воды до 23 тыс.м^3/га брутто, приведенных к голове канала. Невнимание к проблемам борьбы с потерями привело к тому, что КПД самого канала в первые годы составил 0,65-0,70, лишь после 1975 г. стабилизировался на уровне 0,75-0,80. Все это сопровождалось крайне низким агротехническим и мелиоративным и еще более низким уровнем эксплуатации. Не случайно, несмотря на наиболее благоприятные природные условия, Туркмения до сего времени отличается наиболее низкими показателями продуктивности орошаемых угодий.

Немало таких примитивных оросительных систем было сооружено в Узбекистане в 1950-1970 гг. (Центральная Фергана, Баяутский массив П очереди), в Казахстане (Арысь-Туркестанский массив и др.), Таджикистане (Яванский массив и т.д.) и других зонах региона. Большие недостатки в освоении земель были связаны с истощением земель оазисного характера, перенесением центра тяжести орошения на пустынные и особо первичные засоленные земли.

Имевшиеся к тому времени ошибки критически осмысливались, переоценивались и привели к выработке иных подходов к орошению и освоению земель, в первую очередь крупных целинных массивов в Средней Азии. Это связано с именами целой плеяды талантливых организаторов мелиоративных работ во главе с А.А.Саркисовым, Е.П.Озерским, Д.К.Терситским и др. Именно по их инициативе впервые в стране были предложены и внедрены следующие принципы мелиоративного строительства и комплексного развития регионов:

Ориентация на целевое комплексное планирование и его осуществление, направляемое на получение максимума конечной продукции, на которую нацеливалось и планирование;

объединение усилий разносторонних специалистов, отраслей, финансирования в едином организационном и административном комплексе;

ориентация на самые передовые достижения научно-технического прогресса во всех отраслях как строительства и мелиораций, так и сельского хозяйства и индустрии и т.д.;

создание развернутой социальной инфраструктуры территории;

достижение единства цели и материальной заинтересованности всех участников комплекса на основе повышения производительности труда;

постоянная ориентация на ресурсосбережение природных компонентов комплекса - земли и воды. Для оценки достоверности этого приведем сопоставительные данные первого комплексного объекта страны - новой зоны Голодной степи и других массивов орошения (табл.7).

Инициатива и высокая принципиальность руководителей Главголодностепстроя, а затем Главсредазирсовхозстроя позволили в противовес инерции существовавшего и параллельно осуществлявшегося ресурсопоглощения создать получивший признание во всем мире комплексный метод освоения и орошения земель в пустынных зонах. Им в 1956-1990 гг. в целом было освоено 1,3 млн.га некогда нетронутых угодий.

ЦК КПСС и правительство страны поддержали этот принципиально новый путь организационного, технического, инженерного и социально-экономического развития орошения. Мартовский 1963 г. и майский 1966 г. Пленумы ЦК КПСС призвали развить этот невиданный в государственных масштабах пример всестороннего охвата проблемы на основе научно-технического прогресса. По опыту орошения новых земель в Голодной степи метод комплексного освоения распространился затем в Узбекистане (Каршинская, Сурхан-Шерабадская степи, низовья Каракалпакии), в Таджикистане, Казахстане (Кзылкумская степь, долина Или), Туркмении (Гяурский, Аннауский массивы, совхоз "Теджен").

Новые организационные и инженерные принципы позволили в Средней Азии ежегодно вводить до 140-160 тыс.га с объемом выполняемых строительно-монтажных работ более 2 млрд.руб.

В результате сложились, с одной стороны, передовые оросительные комплексные системы с КПД 0,75-0,8, с другой, устаревшие системы с КПД 0,55-0,6 и с огромными расходами воды. Все это оставалось

Таблица 7

Показатели освоения новой зоны Голодной степи с объектами раздельного метода освоения в Средней Азии

	Ежегодный прирост земель, тыс.га			КЗИ	Выпады из орошения тыс.га	Показатели к концу освоения в ценах 1983 г. руб./га	
	подготовленных	орошаемых	под хлопком			обеспеченность фондами	продуктивность земель
Новая зона Голодной степи	17,0	15,4	11,0	0,92	1,2	4712	2145,2
Старая зона Голодной степи (1947-1959)	3,9	3,3	2,4	0,81	22,5	1112,3	1368,9
Шерабадская степь	4,5	3,8	3,0	0,725	9,6	3273,6	1531,4
Центральная Фергана	5,2	4,3	3,1	0,84	27,1	435,2	948,6
Мургабский оазис (1954-1967)	4,4	3,1	2,2	0,70	22,5	1024,2	1058,9

как бы незамеченным под прикрытием в целом положительных, но инерционных показателей прогресса орошения. Действительно, обычное у нас сравнение с дореволюционным уровнем показывало, что хотя площади орошаемых земель выросли в 2,6 раза против 4,4 раза в целом по стране, валовая продукция сельского хозяйства за тот же период увеличилась, соответственно, в 8,2 и 3,5 раза. Однако с 1960 г. по 1980 г. объемы водозабора увеличивались наравне с объемом сельскохозяйственного производства в Средней Азии и Казахстане и ростом орошаемых площадей. При этом наряду с хлопководством, сохраняющим ведущее место не только по площади посевов, но и по валовой продукции, почти в 8 раз выросло производство зерна, особенно влагоемкого риса, в 4 раза - овощей, хотя в 3 раза возросло производство картофеля, кормов, фруктов и винограда.

Развитие орошения, к сожалению, сопровождалось в общем слабым снижением удельных расходов воды на единицу сельскохозяйственной продукции. В результате крупного водохозяйственного строительства, развернувшегося в стране с 1960 по 1980 г., в Средней Азии и Казахстане почти в 2 раза увеличился водозабор (табл.8), общее использование воды по всем республикам приблизилось к суммарному объему рас-

полагаемых водных ресурсов и зависело, в основном, от водности источников в различные годы.

Таблица 8

Увеличение водозабора в республиках Средней Азии и Казахстане (бассейн Аральского моря) км^3 и динамика социально-экономических показателей.

Республика	: 1940	: 1960	: 1970	: 1975	: 1980	: 1990
Узбекистан	26,2	30,78	53,2	46,3	58,3	61,5
Таджикистан	7,3	10,88	14,4	14,1	15,5	13,3
Туркменистан	6,2	8,07	17,27	22,84	23,0	26,8
Киргизстан	4,8	5,21	9,59	10,17	10,7	11,8
Казахстан	7,8	9,75	12,85	12,21	14,2	12,9
Итого	52,3	63,0	107,3	105,6	121,7	126,3
Водные ресурсы региона	120,6	120,6	120,6	120,6	120,6	120,6
в т.ч. располагаемых	71,5	75,6	86,4	90,8	95,2	96,4
Водозабор в % от располагаемых водных ресурсов	73	84	124	116	128	130
Валовой общественный продукт, млрд.руб. (в ценах текущих лет)	12,2	16,1	32,4	46,5	60,0	74,0
в т.ч. продукция сельского хозяйства, млрд. руб.	2,1	5,8	8,9	11,4	15,3	20,0
Продукция сопряженных отраслей промышленности и строительства, млрд.руб.	1,6	3,45	4,0	5,0	5,8	6,0
Продукция отраслей водопользователей, млрд. руб.	3,1	7,5	9,8	14,5	20,5	21,8
Для отраслей-потребителей ВХК в валовом общественном продукте, %	55,7	65,3	66,6	53,7	61,8	56,7
Площадь орошения в Средней Азии и Казахстане, тыс.га	4494	5806	6246	6959	7861	8629
в т.ч. в бассейне Аральского моря, тыс.га	3846	4510	5150	5890	6920	7250

Бесспорно, на увеличение удельного и общего водозабора в 1960-1980 гг. повлияло также интенсивное строительство в большинстве районов открытых коллекторов и дрен и усиление в практике орошения промывных поливов. Рост объема промывного водопотребления не вызвал увеличения удельного безвозвратного водопотребления там, где коллекторы сбрасывали воду в русло реки (верхнее течение Сырдарьи и Амударьи, весь Зерафшан), но привел к повышению минерализации воды, особенно в Сырдарье - до 1,6 г/л в среднем течении в 1970-1990 гг

Если в 1960 г. было забрано из всех источников менее, чем величина располагаемых водных ресурсов, которые были определены при заниженных экологических требованиях лишь по санпопускам рек и нормативным потерям стока, то после 1960 г. водозабор превысил эти допустимые к изъятию ресурсы на 16-30%. Это и предопределило увеличение использования возвратных вод из рек и непоступление необходимых количеств воды в нижние и средние течения рек. В конечном счете это явилось причиной тех экологических последствий, которые постепенно нарастали в бассейне Аральского моря с 1960 г. - опустынивание Приаралья и деградация природного комплекса, с одной стороны, и катастрофическое ухудшение воды в реках, с другой.

Инерционность в развитии региона и отсюда в тенденциях водопользования, в первую очередь, проявилось в медленном наращивании промышленного производства, особо маловодоемкого, затем в сохранении структуры АПК и недостаточном внимании к снижению удельного водопотребления во всех отраслях и в первую очередь в сельском хозяйстве. Если проанализировать динамику развития экономики в увязке с использованием природных резервов, то в 1960-1990 гг. при росте населения в 2,5 раза ВНП вырос в 4,6 раза, промышленность - более чем в 5 раз, сельское хозяйство - в 3,4 раза. При этом продуктивность сельского хозяйства с 1 га за счет комплектности гектара и некоторого удорожания продукции выросла более чем в 2 раза, продуктивность воды - в 3 раза.

С развитием сельскохозяйственного производства возрос, как видно из табл.8 и 9, объем совокупной продукции сопряженных отраслей. Последнее зависит от роста объема первой (производство сельхозтехники, минеральных удобрений, ядохимикатов) и третьей сфер АПК (переработка, заготовка, вторичное сырье). Кроме того, орошаемое земледелие в аридной зоне резко изменяет сельскохозяйственное производство по объему, вызывая рост удельных нагрузок на работников и изменение

потребности в инфраструктуре АПК (энергетика, транспорт, дороги, механизация, жилье, основные фонды).

Характерно, что, несмотря на значительный рост промышленности вообще в регионе и уменьшение удельного веса АПК в валовом общественном продукте (с 36 до 27% против 13-14% по стране) сопряженные отрасли водного хозяйства в мелиорации имеют большой удельный вес – более 50% валового общественного продукта, в значительной степени определяя динамику экономического развития региона. Напомним, что на 1 руб. сельскохозяйственной продукции здесь в среднем приходится 2,3 руб. сопряженной продукции. Однако это увеличение не сопровождается увеличением доли переработки продукции. Если бы в регионе была налажена переработка сельхозпродукции до конечных видов (ткани, трикотажные изделия, одежда, обувь, консервы и т.д.), то без особых дополнительных затрат воды ВНП в регионе мог бы быть значительно увеличен, так как доля переработки ныне составляет всего 9-14% по разным видам сельхозпродукции.

В то же время (табл.9) по уровню национального дохода на душу населения, по обеспеченности рядом продуктов питания (мясом, молоком, ягодами) регион значительно отстает от среднесоюзного уровня.

Для Средней Азии, как и аридных зон мира, характерны вследствие местных традиций, обычаев и уклада две демографические особенности, тесно влияющие на уровень благосостояния населения: постоянный и быстрый рост населения и стабильность сельского населения.

Из табл.9 видно, что темпы роста населения в регионе в 2,5 - 3 раза выше, чем в стране. Они, несмотря на прогнозы о снижении к 2000 г. до 0,8-2,0% в год, продолжают оставаться крайне высокими. Таким образом, повышение культурного уровня и индустриализация экономики пока не привели к существенному снижению темпов роста населения. Доля сельского хозяйства остается высокой. Не используется в общественном производстве, за исключением учащихся, до 17% населения, и эта цифра снижается пока очень медленно. Валовой национальный продукт на душу населения и национальный доход по абсолютному уровню значительно ниже, чем в среднем по стране, хотя определенный период времени он повышался более высокими темпами.

Несмотря на высокие темпы роста населения, удалось достичь подъема и национального дохода и производительности труда на человека.

Но огромное социальное значение развития орошения и водного хозяйства состоит в том, что за счет капвложений, направленных на

комплексное развитие региона, было значительно улучшено благосостояние населения. Так, если за 1961-1985 гг. на селе в Узбекистане введено 67 тыс.м^2 жилья, то за счет отрасли - 10 тыс.м^3, или 14,6%, больниц - соответственно 40 тыс., и 4,3 тыс.мест, или 10,9%, школ - 2000 и 1100 тыс.мест, или 55%, детских садов - 500 и 56 тыс.мест, или 11% и т.д.

Монокультура хлопчатника и недостаточность севооборотов существенно сказались на дефиците многих продуктов, в том числе мяса, молока, овощей и фруктов. Бесспорно, сыграла роль и низкая продуктивность скота, плохая работа с породами, но главное-увлечение хлопчатником не давало развивать более эффективные культуры многопланового назначения и продовольственного направления.

В то же время продуктивность воды в промышленности на порядок выше, чем в среднем по народному хозяйству региона в 1960-1990 гг. и более чем в 30 раз выше, чем в сельском хозяйстве. Это означает, что если бы с 1960 г. был резко изменен сценарий развития с ростом промышленности хотя бы в 2 раза против фактических темпов, в том числе на половину за счет глубокой переработки сельхозсырья - социально-экономическое развитие пошло бы значительно более резкими темпами.

Продуктивность воды на орошаемом гектаре выросла значительно меньше, чем в промышленности. Это показывает большие резервы получения дополнительной продукции на существующих землях и при снижении затрат воды.

Темпы роста населения резко снижают обеспеченность его площадями орошения на человека и располагаемыми водными ресурсами - с 4,4 до 2,6 тыс.м^3/человека в год. По данным международного эколо - гического центра (3), на человека в аридной зоне для нормального обеспечения продуктами, коммунальными услугами и занятости необходимо 2 тыс.м^3 воды в год брутто. Мы в ближайшее время подходим к этому пределу.

Выполнение регионом роли сырьевого придатка страны с низким уровнем переработки, недостаточный уровень водосбережения и повышения продуктивности воды и земли привели к постоянному снижению подачи воды в Аральское море. В среднегодовом разрезе по пятилеткам произошло перераспределение затрат стока от естественных экологических требований моря - с 47 м^3 в год до 9 км^3 в год (табл.10).

Таблица 9

Сравнительные социально-экономические показатели развития сельского хозяйства ~~республик~~ Средней Азии (в сопоставимых ценах 1983 г.)

Показатель	Год	Единица измерения	СССР	Узбекистан	Киргизстан	Таджикистан	Туркменистан	Казахстан
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Численность населения	1965	тыс. чел.	231868	10581	2652	2579	1914	1566
	1975		252078	13595	3232	3351	2459	1985
	1985		278784	17974	3968	4648	3270	2338
	1988		286717	19906	4291	5112	3534	2447 1)
Валовой общественный продукт	1965	млрд. руб.	417,6	11,7	2,55	2,8	2,4	1,45
	1975		862,6	26,3	6,74	4,8	4,8	3,84
	1985		1382,5	38,6	11,5	8,3 xx	6,6	6,3
	1988		1525,0	49,8	12,1 xxx	8,8 xxx	7,3	6,6
В т.ч. промышленность	1965	-"-	266,3	6,0	0,8	0,6	1,3	0,95
	1975		558,3	12,0	2,9	2,6	3,1	2,3
	1985		844,6	21,8	5,1	4,3	3,9	3,2
	1988		954,6	24,4	5,76	4,86	4,41	3,4
Сельское хозяйство	1965	-"-	69,1	2,7	1,51	1,2	0,67	0,84
	1975		176,0	7,4	2,1	1,9	1,61	1,16
	1985		208,6	10,2	2,55	2,4	2,46	1,59
	1988		231,7	10,9	2,89	2,34	2,63	1,68 1)
Национальный доход на душу населения в ценах соответствующих лет	1965	руб./ чел.	831	530	374	510	522	450
	1975		1441	919	900	673	908	1095
	1985		1965	1218	1269	946	1132	1292
	1988		2073	1223	1377	975	1228	1310
Обеспеченность основными видами продуктов питания на человека в год								
мясом	1965	т/чел.	0,04	0,015	0,044	0,019	0,026	0,06
	1975		0,056	0,017	0,045	0,02	0,026	0,07
	1985		0,06	0,02	0,04	0,02	0,026	0,07
молоком	1965	-"-	0,30	0,09	0,18	0,09	0,08	0,027
	1975		0,35	0,12	0,18	0,10	0,09	0,29
	1985		0,35	0,13	0,19	0,12	0,11	0,30

Продолжение табл. 9

I	2	3	4	5	6	7	8	9
яйцами	I965	шт.чел.	I26,4	53,5	7I,6	32,9	4I,8	86,I
	I975		203,9	83,0	I00,9	57,3	65,I	I75,5
	I985		277,I	I05,3	I3I,3	I00,9	84,I	273,I
овощами	I965	т/чел	0,08	0,046	0,05	0,03	0,06	0,05
	I975		0,09	0,08	0,08	0,08	0,06	0,06
	I985		0,I0	0,I3	0,II	0,I0	0,I0	0,05
фруктами	I965	-"-	0,03	0,04	0,03	0,08	0,02	0,008
	I975		0,06	0,07	0,08	0,I3	0,04	0,002
	I985		0,06	0,07	0,025	0,089	0,04	0,0I4

За счет этого выросли затраты стока на производство различных видов сельскохозяйственной и промышленной продукции. Нет сомнения, что при более глубоком уровне переработки и при других уровнях продуктивности объем подачи воды к Аралу мог бы быть больше – до I5-20 км^3 в год на уровне I990 г. Это, конечно, не смогло бы спасти море, но уменьшило бы темпы снижения его уровня в среднем до 0,45-0,55 м в год вместо 0,75-I,I0 м в год ныне и, особенно, улучшило бы качество воды в реках. Но проблема Арала, несомненно, возникла бы.

Инерция развития при очень слабом изменении качественных показателей территориального развития, определенная стагнация в I978-I985 гг. сыграли еще одну крайне отрицательную роль. Они создали очень сильное демографическое давление и проблему незанятости населения в сельской местности. Это само по себе породило и продолжает порождать огромную социальную напряженность.

ВХК Средней Азии и территориальное развитие

Любая территория обладает потенциалом природных ресурсов (возможных к использованию и необходимых для поддержания экологической стабильности), населения, экономических связей, основных фондов общего пользования, формируя основу производительных сил региона. Территории для успешной жизнедеятельности вырабатывают определенные требования по занятости населения (рабочим местам) и воспроизводству его, включая рабочую силу, по продуктам для этого населения и товарам народного потребления, по загрузке экономического потенциала и обеспечению определенным материальным снабжением, по финансовым

ресурсам, обеспечивающим все эти нужды и, наконец, экологическим требованиям. На основании этих требований комплексные отрасли народного хозяйства (КОНХ), находящиеся на территории и вне ее, как в ее подчинении, так и в федеральном управлении, должны гарантировать, с одной стороны, выполнение этих требований, с другой - требования народного хозяйства страны. Но понятно, что и сами отрасли с их производственной базой, являющиеся тоже частью производительных сил, определяют потребности к территории по используемым природным ресурсам, населению и экономическому потенциалу. Если эти взаимные требования совпадают и удовлетворяются (может с какой-то помощью извне), развитие идет без срывов, если же нет - бытие территорий отодвигается от той объективно желаемой линии консенсуса, которая является целевой для всего общества.

Огромное значение увязки отраслевого и территориального развития в подъеме благосостояния и экономической мощи можно проследить на примере Среднеазиатского региона нашей страны. Водное хозяйство и мелиорация земель долгое время являлись ведущим направлением народного хозяйства на протяжении всего существования советского государства, подчиняя его, в основном, интересам страны и ориентируя динамику его региональных аспектов на примат отраслевых потребностей со слабым учетом изменения социально-экономических и особенно географических факторов.

К таким факторам следует отнести нарастание дефицита водных и земельных ресурсов, 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.

ВХК в целом рассматривается нами состоящим из двух субкомплексов. Первый, водный, представляет собой в природном отношении гидрологическую ось бассейна в виде управляемых водных ресурсов ствола, притоков и других вод. В целом эта часть ориентируется на удовлетворение потребностей общества в воде в увязанном динамическом разрезе. Другой субкомплекс - территориальный - обладает обобщенным потенциалом развития, опирающимся на потенциал трудовых ресурсов, почвенного плодородия, экономических структур и территориальных связей, и он имеет целью удовлетворить потребности общества в использовании поч-

Таблица I0

Динамика распределения затрат стока вод Аральского бассейна в увязке с развитием экономики за I960-I990 гг.

Год	Валовой общественный продукт млрд. руб.	в т.ч. промышленность	в т.ч. сельское хозяйство	Площадь орошения	Продуктивность I га, тыс. руб.	Продуктивность I м³ стока, руб	Население, млн. чел.	Площадь орошения на I чел га	Вода тыс. м³ чел	ВНП на I чел руб. в год	Распределение стока, км³ в год: промышленность	сельское хозяйство	за рубеж.	потери	Арал
I960	I6,I	8,5	5,8	4,5	I288	255 94	I4,2	0,3I	4,4	II40	2,0	6I	I,0	9,0	47
I975	46,5	22,9	II,4	6,0	I900	547 I44	24,8	0,22	3,4	I824	5,2	80	I,5	9,5	24
I990	74,0	47,0	20,0	7,2	2770	755 226	36,4	0,I9	2,6	2034	7,0	9I	2,2	I0,6	9

венного потенциала так, чтобы получить максимальную народнохозяйственную эффективность для всех участков комплекса.

Территориальная часть ВХК, связанная с развитием определенных территорий в пространственных границах, является носителем социально-экономических требований, нацеленных как на собственный прогресс территорий, так и на требования к водному субкомплексу. С другой стороны, водная часть субкомплекса является носителем требований природной среды и выдвигает определенные ограничения к территориальной части ВХК. Иначе, водная часть субкомплекса есть линия отрасли, а территориальная – линия территории. В обоих субкомплексах имеются и территориальные и отраслевые требования. Разница состоит в том, что участие водного субкомплекса и его требования определяются природными ресурсами и их ограничениями по использованию, экологическими требованиями по сохранению и поддержанию среды, а территориальные требования в обоих субкомплексах определяются нарастанием отдельных составляющих территориальных потенциалов. Первые в основном стабильны во времени, вторые – постоянно изменяются. Естественно, что два отраслевых продукта – вода и продуктивность земель – среди многих факторов развития в основном определяют свою перспективу в зависимости от динамики требований. Иногда, правда, и отраслевые требования на воду могут быть не внутренними, а внешними, если возникают внешние потребности, скажем, по производству какой-либо продукции в масштабах страны.

Главные имеющиеся здесь природные связи определяются взаимообменами воды, солей и других веществ между рекой, другими водными ресурсами и территориями; формированием почвенного плодородия на основе мелиоративных воздействий, а также изменением естественного состояния природных ресурсов под влиянием ВХК. На уровне первого субкомплекса еще могут попутно создаваться экстерриториальные мощности, рекреационные – при создании зон отдыха из заказников и национальных парков, охранные – при создании централизованных охранных сооружений, скажем, очистных, опреснительных и др.

В условиях аридной зоны необходимо подчеркнуть еще ряд природных особенностей ВХК.

Из двух видов использования воды обществом – водопользования и водопотребления (36) – для аридной зоны характерно большее значение водопотребления при намного меньшей роли водопользования. При этом ведущими направлениями водохозяйственных комплексов являются

водопотребляющие, в первую очередь, орошаемое земледелие, хотя и промышленность, развивающаяся в аридной зоне, также отличается довольно значительной водопотребностью. Величина потребления воды для коммунальных нужд в орошаемой зоне немного выше, чем в средней полосе. В зоне избыточного и недостаточного увлажнения (на примере Волги) суммарные потери стока составляют 3,1% от его годовой величины, суммарный водозабор - 11,8%, водопользование - более 300%, в аридной зоне потери стока достигают 77% (в некоторых бассейнах и того больше), суммарный водозабор - 90%, а водопользование намного меньше (16).

Превалирующее значение водопотребления в аридной зоне изменяет сток не только по режиму, но и по объему и качеству. Особое значение имеет формирование возвратных вод, резко отличающихся по режиму, качеству и объему от естественных. При этом в аридной зоне вследствие особенностей речных долин в межгорных впадинах возможно многократное использование возвратных вод. Это создает превышение суммарного водопотребления в реке над располагаемыми водными ресурсами речных бассейнов.

Одновременно характер отбора пресных вод и формирования возвратных вод при орошении в зависимости от оросительных систем ухудшает качество воды, в основном, под воздействием минерализации дренажного стока, доли сбросного стока и содержания в них пестицидов и других веществ.

Структура ВХК состоит из верхнего (формирование, охрана, управление водными ресурсами бассейна) и нижнего (транспортировка, распределение, водоподача потребителям вплоть до хозяйств и сбор, отвод и управление грунтовыми, сбросными и дренажными водами) уровней. В аридной зоне требования водопотребителей и водопользователей настолько тесно увязаны между собой при ограниченных обычно водных ресурсах, а водопотребление настолько активно влияет на возвратные воды и отсюда на сток реки, что управление этими уровнями иерархии надо проводить в тесной взаимоувязке.

Водное хозяйство и мелиорация вносят изменения в сложившиеся в естественных условиях два вида биогеохимических циклов (биогеоценозов) - территориальные (малые) и бассейновые (большие). В зоне недостаточного и избыточного увлажнения изменения малых циклов носят характер придания им стабилизации на тех уровнях активности, которые в естественном состоянии имеют место только в отдельные, редко (или

часто) благоприятные годы.

В аридной зоне естественные территориальные биогеоценозы отличаются низкой продуктивностью 27,25. Она вследствие дефицита влаги всегда в несколько раз ниже той потенциальной возможности, которая создается климатическими, энергетическими и почвенными условиями. Поэтому развитие орошения настолько резко изменяет интенсивность этого цикла, что требует очень осторожного и внимательного отношения к контролю за изменением всех составляющих балансов и природных условий.

Одновременно вместо повышения степени стабильности большого цикла в зоне периодического увлажнения в аридной зоне происходит постоянное изменение (по мере развития орошения) большого бассейнового цикла со стабилизацией на уровне исчерпания водных ресурсов в крайне осложненном для функционирования низовьев балансе воды, солей и т.д.

Поясним это положение. Если рассматривать морфологическое строение ВХК по Г.В.Воропаеву (8), то в бассейне каждой реки, особенно в аридной зоне, выделяется как бы зона стокообразования, в которой формируется большая часть поверхностного стока, затем зона транзита и рассеивания и, наконец, дельтовая зона. Зоны стокообразования с ландшафтной точки зрения в аридной зоне являются, почти антропогенно ненарушенными по количественным признакам, но из-за строительства на выходе из них плотин и гидростанций резко измененными по режиму стока. В зоне транзита и рассеивания, хотя в естественном режиме идет некоторое формирование приточности, в нынешнем состоянии характеристика стока и всего гидрологического цикла резко изменяется благодаря отбору воды и притоку возвратных вод. Именно соотношение отбора и возврата, как и абсолютная величина безвозвратного водопотребления, являются главными факторами влияния на весь гидрологический цикл – его уменьшение по мере продвижения к дельте (рис.4). При этом по мере увеличения отбора воды в зоне рассеивания сток в дельту уменьшается. Соответственно этому в каждой зоне создается определенный общественный продукт за счет работы ВХК: в зоне формирования это результат гидроэнергетики, в основном, и рекреации, и лишь в некоторой части орошения; в зоне транзита, где размещается основная часть населения, промышленности и экономики, – за счет промышленности, сельского хозяйства и сферы обслуживания, а в дельте – за счет рыбоводства, животноводства, промышленности и других видов производства.

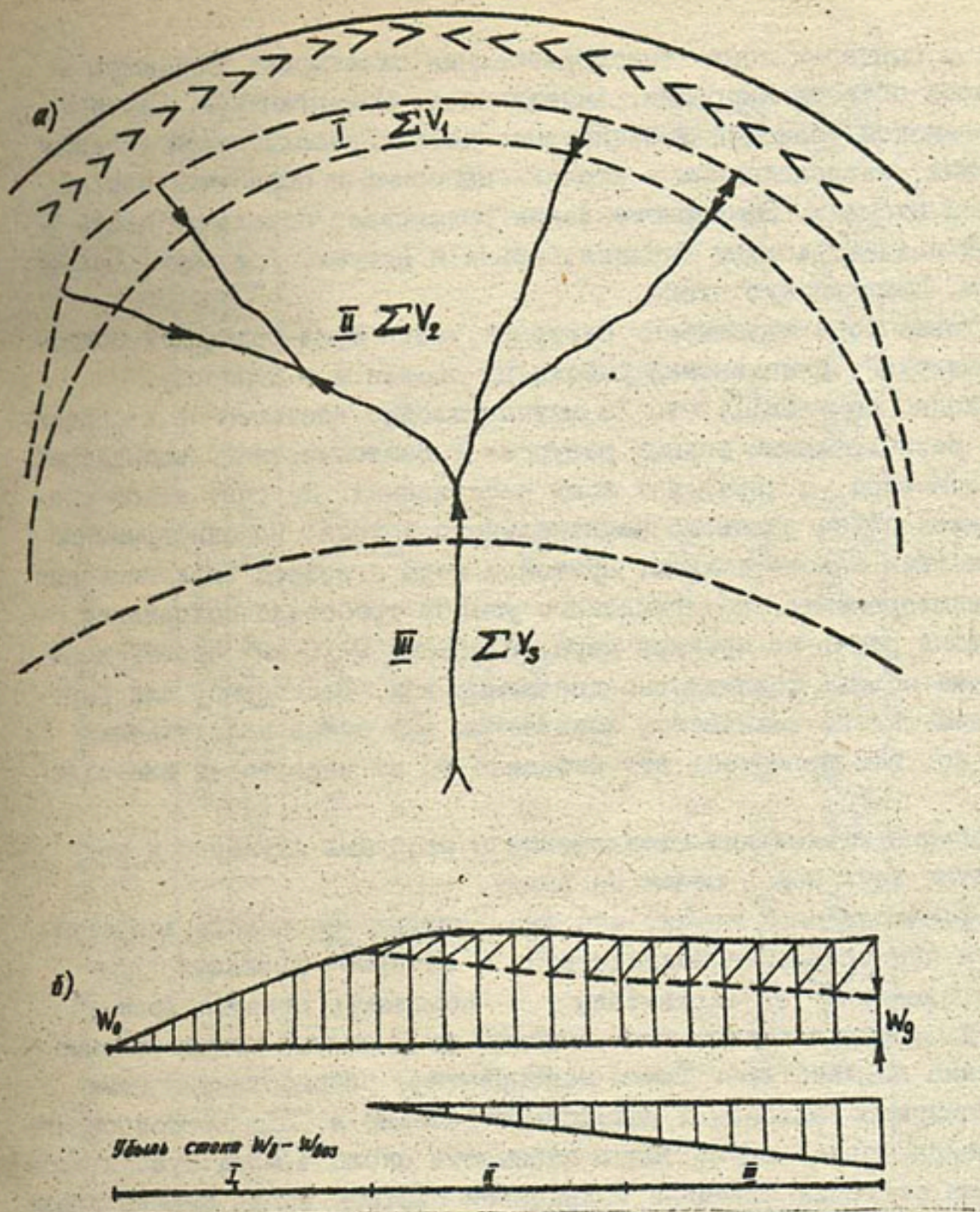


Рис. 4. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ВХК И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ, БЕЗВОЗВРАТНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ПРОДУКЦИИ:

а) I – зона стокообразования; II – зона транзита и рассеивания; III – дельтовая зона;

б) распределение стокообразования и водоотбора по длине реки;

в) то же безвозвратного водопотребления

Так, у Сырдарьи зона стокообразования охватывает Нарынскую и часть Ошской области Киргизии, Андижанской, Наманганской, Ташкентской, Ферганской областей Узбекистана, часть Ленинабадской области Таджикистана, расположенных в верхних нагорных и подгорных частях водосборной площади. Зона рассеивания охватывает остальную часть Ферганской долины, долины Чирчика, Арыси и Бугуни, Голодную, Дальверзинскую, Кзылкумскую степи.

Дельтовая зона охватывает северную часть Кзыл-Ординской области, ее Аральский, Казалинский районы Приаралья и г.Кзылорду.

Как видно из табл.II, за 25 лет произошло постепенное перераспределение располагаемых водных ресурсов и безвозвратного водопотребления, в основном, в интересах зоны рассеивания. За счет этого резко увеличился объем валового национального дохода, но одновременно уменьшился сток в зоне дельты, приток к морю и возрос экологический ущерб. Предотвращение экологического ущерба требовало сохранения здесь притока реки, по крайней мере, в объеме 9-10 км^3 свежей воды и в таком же объеме коллекторно-дренажных вод. Бесспорно, для Сырдарьи подача такого количества возвратных вод очень капиталоемка и сложна, но, тем не менее, это избавило бы от нарастания ежегодного ущерба.

Аналогичное положение сложилось и в бассейне Амударьи и под влиянием этих двух рек в целом по Аралу.

Вина отечественной науки, что она вовремя не смогла запрогнозировать те отрицательные последствия, которые возникли позже, и не наметила осуществления комплекса природоохранных мероприятий, которые должны были снизить до минимума отрицательные экологические последствия. Такие мероприятия, разработанные нами вместе с Союзгипроводхозом и нашедшие отражение в ТЭДе природоохранного комплекса Арала, имеют общую стоимость около 4 млрд.руб. и предусматривают создание отсечной польдерной системы вдоль берега Арала с устройством дамбы длиной около 90 км, лиманного орошения на площади 300 тыс.га, сбор всех минерализованных коллекторно-дренажных вод объемом до 10 км^3 в год, строительство рыборазводящих прудов и нерестилищ, а также большую социальную программу, включая централизованное водоснабжение всех населенных пунктов Приаралья. Это позволит не только прекратить нарастание указанного ущерба, но и уменьшить его в значительной степени и компенсировать отдельные отрица-

Таблица II

Распределение валовой продукции и водных ресурсов
по зонам ВХК бассейна Сырдарьи

Показатель	Зона стокообразования			Зона рассеивания			Зона дельты		
	1960	1975	1985	1960	1975	1985	1960	1975	1985
Естественные водные ресурсы, км³	22,6	20,6	23,2	7,84	10,25	12,0	-1,1	-2,1	-1,6
Поступление воды, км³	28,0	27,4	31,3	17;3	18,6	17,7	15,5	11,2	9,8
Возвратные воды, км³	3,0	9,7	7,6	1,4	6,2	4,6	1,1	1,1	0,4
Водозабор, км³	18,2	22,9	21,3	9,2	16,0	15,0	5,5	6,9	6,5
Безвозвратное водопотребление, км³									
Объем валового продукта, млн.руб.	15,2	13,2	13,7	7,8	9,8	10,4	4,4	5,8	6,1
В т.ч. сельское хозяйство	4569,4	7626	9973,3	2926,4	4315,2	7731,4	1364	3038	4464
Население, тыс. чел.	1190,4 3130	2142,7 5746	2678,4 8001	946,12 2840	1249,9 3779	2321,3 5229	396,8 468	988,5 685	1240 830

тельные явления за счет новых сооружений (восстановить и резко увеличить рыбопродуктивность, отгонное животноводство) и одновременно создать надежный заслон против соле- и пылеразвевания с осушенного берега моря.

Все это еще раз подчеркивает, что устойчивость и долговременность экономического прогресса на базе функционирования ВХК гарантируется лишь при условии обеспечения требований водопользователей и водопотребителей во всех зонах и всех внутризональных водохозяйственных районах. Перебор воды сверх определенных пределов (экономических и экологических) любым участником ВХК и всеми в целом приводит не только к недобору ее другими участниками, но и к будущим большим потерям.

В связи с новыми производственными отношениями и новыми взаимоотношениями республик возникает ряд вопросов принципиального сочетания территориального и отраслевого развития.

Воды в пределах бассейна связаны бассейновой увязкой и природным единством. Отсюда нельзя считать их собственностью той или иной территории. Они должны быть государственной собственностью, используемой территориальными участниками ВХК исходя из приоритета максимальной народнохозяйственной эффективности с соблюдением экологических и социально-экономических требований. Любые попытки объявить право на воду по месту ее формирования являются незаконным, так как могут привести к нарушению сложившегося статус кво использования и принести большой социально-экономический и экологический ущерб. Значит, вода как общегосударственная собственность должна управляться единым государственным отраслевым органом. Если бассейн является интернациональным, в нем тоже должен создаваться согласительный орган по единому управлению всеми водными ресурсами в интересах всех водопотребителей.

Отсюда и ВХК должен рассматриваться лишь в масштабе бассейна, его природных границ.

Аналогично управление режимом и согласованием сбросов и отводов возвратных вод должно координироваться в пределах бассейна на отраслевом уровне, а не на территориальном. Возвратные воды являются активным фактором количественных и качественных составляющих балансов воды в бассейне. Изменение возвратных вод на любой территории отрицательно влияет на общий водохозяйственный баланс. Поэтому возвратные воды по объему, доле использования, количеству и срокам

сброса должны строго лимитироваться и контролироваться на отраслевом уровне. В тех пределах, в которых на основе развития отрасли в объемах ее составных субкомплексов ВХК будет формироваться новая продукция в виде дополнительных резервов воды, дополнительной продуктивности земель, которые со своей стороны дают толчок получению дополнительных объемов продукции, может быть создан автоматический механизм. Он будет определять расширенное воспроизводство части объектов ВХК, включая и их частично экологические элементы. Это станет возможным, если структура и величины розничных цен на продукцию отраслей водопотребителей и водопользователей будут соответствовать общественно необходимым затратам с учетом их рентных оценок на основе растущих социально-экономических потребностей. В то же время даже в этом случае часть мероприятий и объектов ВХК, имеющих общенародное социальное или экологическое значение, должна будет финансироваться на основе долгосрочных прогнозов за счет федерального или республиканских бюджетов целевым назначением.

Такова, например, линия и принципы управления даже в таких товарно-рыночных государствах как США, Япония, Франция и т.д. Отсюда должны быть четко разделены объекты отраслевого финансирования из государственного бюджета, из республиканского бюджета и за счет хозрасчетных источников финансирования водо- и землепользователей.

Экономическая эффективность водохозяйственных и мелиоративных мероприятий и ее динамика в Средней Азии

Существующая методика оценки эффективности отраслевых мероприятий требует пересмотра с позиций получения определенной отраслевой продукции (воды и продуктивности земель) за счет определенных общественных затрат. Видимо, нет особых сомнений в оценке прироста отраслевой продукции. Это объем воды, получаемый в отраслях водопользователя или водопотребления, в стоимостном выражении, и прирост сельскохозяйственной продукции, который может быть получен (или получен) на мелиорированных землях за счет проведенных мелиоративных мероприятий. Комплексные мелиоративные воздействия должны:

- поднять потенциальную продуктивность путем улучшения бонитета почв различными долговременными приемами улучшения их физических и химических свойств;

– создать стабильную необходимую увлажняемость почвогрунтов за счет определенного режима влажности почв;

– создать необходимые условия для растений регулированием воздушного и мелиоративного режима с помощью дренажа, промывок и промывного режима орошения;

– создать равномерность естественных свойств почвы и антропогенных воздействий увлажнения, дренированности, питательных элементов на нее.

Итогом мелиорации является прирост продуктивности земель, созданный в результате комплекса мелиоративных мероприятий как долговременных, так и текущих. Отсюда прирост продуктивности является результатом изменений ряда факторов и в целом может в первом приближении оцениваться как $\Delta W_p \cdot \bar{Ц}_в(C_0) + \sum_{j \in N} (П_j \cdot Ц_i \cdot f_i - П_0 \cdot Ц_0) F_{op}$,

где $П_i$ – возможная потенциальная продуктивность данных почв при оптимальном увлажнении и температурном режиме, при определенном мелиоративном управлении почвенными процессами и культуре i; f_i – доля культуры i; $П_0$ – то же до мелиорации, т; $Ц_j$ – цена продуктивности земель при культуре j, руб; $Ц_0$ – цена исходной продуктивности земли, руб./т; ΔW_p – прирост водных ресурсов, м^3; $\bar{Ц}_в$ – цена воды, руб./м^3 в зависимости от минерализации воды (Со).

Затраты на получение этого прироста состоят не только из приведенных затрат $пК + Э$, но и из изменения в себестоимости сельхозпроизводства, из дополнительных затрат воды на орошение, затрат на покрытие ухудшения экологических условий в результате водохозяйственных или мелиоративных работ. В конечном случае эффективность отраслевых мероприятий может быть определена как

$$\Delta W_в \cdot \bar{Ц}_в(C_0) + \left[\sum_{j \in N} (П_j \cdot Ц_j \cdot f_j - П_0 \cdot Ц_0) - \Delta U_{сх}\right] F_{op} - пК - Э - (O_p / \eta_c) \cdot Ц_{в_0} - У_{щ}, \quad (2)$$

где $\Delta U_{сх}$ – увеличение издержек растениеводства при мелиорации земель; $пК$ – приведение основных водохозяйственных и мелиоративных фондов; $Э$ – эксплуатационные затраты; $O_{рн}$ – оросительная норма нетто; η_c – КПД системы; $У_{щ}$ – ущерб от ухудшения природной среды.

С учетом того, что вода участвует и в затратах и в приростах

продукции, окончательная величина эффекта определяется как

$$\bar{Ц}_{в_0}(C_0)\left[\Delta W_0 \frac{O_p}{\eta_c}\cdot F_{op}\right]+F_{op}\left[\sum_{j\in M}(П_j\cdot Ц_j f_j - П_0\cdot Ц_0)-\Delta U_{cx}\right]-пК-Е-У_{ц}.$$

Отсюда условия эффективности мероприятий

$$\bar{Ц}_{в_0}(C_0)\left[\Delta W_0-\frac{O_p}{\eta_c}\cdot F_{op}\right]+F_{op}\left[\sum_{j\in M}(П_j\cdot Ц_j f_j - П_0\cdot У_0)-\Delta U_{cx}\right]\geq$$

$$\geq пК+Е+У_{ц}. \qquad (3)$$

Такой подход позволяет определить эффективность мелиорации непосредственно, а не через сельское хозяйство; установить для каждой зоны предел сельскохозяйственного использования (в виде потенциальной продуктивности), к которому должны стремиться и сельскохозяйственные органы как к мере ответственности за использование мелиорируемых земель; соизмерить допустимый размер капиталовложений и эксплуатационных затрат на мелиорацию в зависимости от разности потенциальной и фактической продуктивности земель для различных зон и природных условий.

Действительно, если в предшествующее выражение вместо эффективности подставить определенную норму окупаемости, скажем по отношению к капиталовложениям, то получаем допустимую величину капвложений в мероприятия

$$[K]\leq\frac{\left[\sum_{j\in M}(П_j\cdot Ц_j f_j - П_0 Ц_0)-\Delta U_{cx}\right]F_{op}-Е-У_{ц}+\bar{Ц}_{в}(C_0)\left[\Delta W_0-\frac{O_p}{\eta_c}\cdot F_{op}\right]}{П_0}. \qquad (4)$$

Легко убедиться при этом, что при освоении сероземов Сурхандарьинской долины Узбекистана с исходным бонитетом $К_б = 0{,}5$ и конечным 0,95 при эталонной производительности гектара $К_б = 1$ в 4000 руб./га прирост продуктивности земель составит $\Delta П = 2200$ руб./га. Средний рост издержек растениеводства на 1 га орошаемых земель может быть принят 950 руб./га, эксплуатационные затраты – 130 руб./га, а расход воды – нетто 8,500 м^3 при КПД системы 0,75 и цене воды 0,05 руб./м^3. Тогда при норме рентабельности и коэффициенте нормативной эффективности 0,07 лимитная цена мелиоративных работ составляет около 6 тыс.руб. на гектар.

Использование данного подхода определяет возможность и необходимость уменьшать затраты на эксплуатацию и водный фактор и тем самым повышать допустимые капвложения в мелиоративные системы. С другой стороны, изменив вид и характер направления сельхозпроизводства, скажем, перейдя к виноградарству или овощеводству вместо хлопководства, можно увеличить $\Delta П$, а отсюда опять допускаемую величину кап-

вложений. Одновременно нельзя большие капвложения направлять в мелиорацию земель с небольшим приростом продуктивности.

Далее, исходя из этого подхода, можно определить эффективность мелиорации непосредственно, а не через сельское хозяйство; установить для каждой зоны предел сельскохозяйственного использования (в виде потенциальной продуктивности), к которому должны стремиться сельскохозяйственные органы как к мере ответственности за свою работу, и лимит эксплуатационных расходов на мелиорацию.

Бесспорно, при установлении лимитов капитальных вложений необходимо, чтобы в них учитывалась хотя бы цена воды, затрачиваемой на производство продукции. Потенциальный урожай ведущей продукции с учетом доли ее в севообороте, продуктивности севооборотных культур и цены сельхозпродукции определяет предел продуктивности земледелия в данной зоне. Если учесть динамику цен на сельхозпродукцию, то легко установить, что с 1970 по 1985 гг. потенциальная продуктивность при потенциальном урожае хлопка-сырца в республике, по обследованиям САНИИРИ, в среднем 4,5 т/га, риса - 6,0 т/га, фруктов - 20 т/га, люцерны - 20 т/га составит для хлопково-люцернового севооборота - 2800-3800; для кормовых севооборотов - 2000-2300; для рисовых - 1800-2200; для садов - 5000-6300 (первая цифра на уровень 1970 г., вторая - 1985 г.).

Аналогично этому может быть определено потенциальное водопотребление, как

$$[O_p] = \frac{(E_m + U) - O_{сф}}{\eta_c} \text{ или } [O_p] = \frac{[O_{рн}]}{\eta_c}, \qquad (5)$$

где ($E_m + U$) - потребная эвапотранспирация суммарная; $O_{сф}$ - полезная доля осадков.

В этом расчете условно принимаем, что влагообмен между зоной аэрации за счет инфильтрации от полива и подпитка из грунтовых вод близки друг к другу, как это бывает при оптимальных мелиоративных режимах. Поэтому не учитываем ни КПД поля, ни капиллярное питание зоны аэрации.

Если учесть, что, как показывает опыт орошения Голодной степи, здесь был достигнут технический КПД систем 0,82, то получим для различных севооборотов показатели потенциального водопотребления брутто и соответствующей продуктивности воды, а также соответствующие им лимитные капвложения (табл.12).

Таблица I2

Показатели эффективности орошения при достижении потенциальной продуктивности (в ценах 1983 г.)

Вид севооборота или посадок	Прирост продуктивности, руб./га	Издержки орошаемого земледелия, руб./га	Эксплуатационные затраты, руб./га	Коэффициент нормативной эффективности	Потенциальные водопотребления брутто $м^3$/га	Продуктивность воды, руб./100 $м^3$	Допустимые капиталовложения К/руб./га
Хлопково-люцерновый	2400-3500	1600	130	0,07	8200	300-450	2500-1800
Кормовой	1520-2000	750	100	0,07	9200	210-240	1700-8500
Рисовый	1800-2400	840	150	0,07	20000	90-110	0-2300
Овощной	3600-5000	2300	220	0,12	8500	400-480	4700-16300
Сады	3800-5600	2500	250	0,12	6300	600-900	5400-20400
Виноградники	4600-7000	2700	250	0,12	5900	850-1000	10600-29000

Сопоставление приведенных лимитных цен с фактическими в определенной степени объясняет причины недостаточной эффективности оросительных систем в последние годы в Средней Азии. Если в Сурхандарье, Самарканде, Намангане прирост продуктивности более I,5 тыс.руб./га и капвложения в 5-6 тыс.руб./га вполне окупаются, то разве могут окупиться капвложения около I0 тыс.руб./га при росте продуктивности в Кашкадарье, Хорезме, Каракалпакии в 600-900 руб./га? Даже при I600 руб./га рис в ККАССР не окупается.

Конечные результаты должны четко представлять себе и проектировщики, строители и освоители новых орошаемых земель. Эти результаты должны определить весь механизм хозяйствования с участием мелиорации.

В I966-I980 гг. во всех республиках имел место абсолютный эффект отраслевых мероприятий с учетом даже совокупных потерь, включая экологические. Но окупаемость капвложений против чистого эффекта колебалась от I-5 лет в Таджикистане, Узбекистане, Туркмении (I97I-I980 гг.) до I0-40 в Казахстане, Туркмении (I966-I970 гг.). Но в I98I-I985 гг. все это сменилось полной потерей абсолютного эффекта мелиорации и водного хозяйства в регионе (табл.I3). К такому результату привело резкое увеличение капвложений и эксплуатационных затрат, не подкрепленное соответствующим ростом прироста продукции (а в Киргизии даже снижение); отсутствие внимания к водосбережению и отсюда нарастание потерь водного фактора и экологических ущербов.

Снижение эффективности, бесспорно, связано не только со снижением эффекта прироста продукции, но и несоизмеримыми капвложениями, их распылением, разбазариванием, местническими тенденциями в их использовании, отвлечением средств от целевого назначения. И хотя, как показывает анализ эффективности по всем регионам (табл.I4), эффективность мелиорации в Средней Азии была наиболее высокой, абсолютная окупаемость в целом с учетом совокупных базовых затрат, расходов на развитие инфраструктуру и т.д. не достигнута.

Погоня за валовыми показателями во всей стране, за кажущимся благополучием без подкрепления экономическими методами, административные подходы к управлению привели повсеместно к торможению прогресса, невниманию к внедрению НТП, к тому, что производственные отношения стали тормозом развития производительных сил. В Средней Азии, и особенно в Узбекистане, эти тенденции усилились еще и постепенным (с I977-I978 гг.) нарастанием нереальных показателей, приписок.

Таблица I3

Эффективность отраслевого развития Средней Азии в I965-I985 гг.

Республики и годы	Прирост продуктивности орошаемых земель, млрд.руб.	Изменение объема водных ресурсов, млрд. м³/год	Стоимость прироста водных ресурсов, млрд.руб.	Итого эффект (без социального) Э, млрд.руб.
I	2	3	4	5
Казахстан				
I966 - I970	0,06I	-I,2	-0,0I	0,05I
I97I - I975	0,I32	+0,3	+0,003	0,I35
I976 - I980	0,I47	-I,2	-0,0I	0,I37
I98I - I985	0,078	+0,3	+0,006	0,084
Узбекистан				
I966 - I970	0,4I0	-2,0	-0,02	0,39
I97I - I975	0,742	-	-	0,742
I976 - I980	0,728	-2,9	-0,03	0,698
I98I - I985	0,205	+I,8	+0,03	0,235
Таджикистан				
I966 - I970	0,088	-0,03	-0,003	0,085
I97I - I975	0,068	+0,05	+0,005	0,073
I976 - I980	0,202	-0,06	-0,006	0,I96
I98I - I985	0,039	-	-	0,039
Киргизстан				
I966 - I970	0,06I	-0,2	-0,002	0,059
I97I - I975	0,II7	-0,I6	-0,002	0,II5
I976 - I980	0,043	-0,3	-0,003	0,040
I98I - I985	-0,008	+0,I	+0,002	-0,006
Туркменистан				
I966 - I970	0,052	-0,4	-0,004	0,048
I97I - I975	0,209	-0,88	-0,009	0,200
I976 - I980	0,II6	-0,44	- 0,005	0,III
I98I - I985	0,085	-0,2	-0,003	0,082

Продолжение табл. I3

Затраты, млрд. руб.						
капвложения, млрд.за 5 лет	эксплуатационные затраты за год	приведенные затраты, млрд.руб. в год	дополнительные затраты с/х и ущерб экологии в год	Итого З	$\frac{Э}{З}$	$\frac{К}{Э}=Ток$
6	7	8	9	I0	II	I2
I,32	0,0I2	0,030	0,0I0	0,04	0,0II	24
2,40	0,025	0,054	0,0I5	0,069	0,066	9,6
3,2I	0,042	0,086	0,0I5	0,I0I	0,26	22
3,I5	0,059	0,099	0,0I0	0,I09	-0,025	-
2,82	0,052	0,09I	0,05	0,I4	0,22	2,8
5,52	0,087	0,I64	0,08	0,244	0,498	2,3
7,37	0,I60	0,26I	0,09	0,35I	0,337	5,2
7,55	0,227	0,337	0,06	0,397	0,I62	-
0,59	0,0I7	0,024	0,008	0,032	0,053	2,8
0,74	0,025	0,033	0,009	0,042	0,03I	3,9
0,78	0,038	0,047	0,0II	0,058	0,I38	I,0
0,947	0,053	0,062	0,007	0,069	-0,03	-
0,295	0,0II	0,0I6	0,0I2	0,028	0,02I	2,6
0,458	0,0I8	0,025	0,0I3	0,028	0,085	I,6
0,575	0,023	0,03I	0,0I4	0,045	-0,05	-
0,7I5	0,029	0,037	0,0I2	0,049	-0,055	-
0,862	0,0I7	0,029	0,0I5	0,044	0,004	40
I,074	0,024	0,039	0,022	0,06I	0,I39	I,7
I,23	0,037	0,053	0,0I6	0,069	0,042	4,9
I,4I	0,050	0,070	0,0I4	0,084	-0,002	-

Таблица I4

Сопоставление удельных капиталовложений в орошение с приростом продукции орошаемого земледелия

Республики и зоны	Удельные капвложения, руб./га	Продукция растениеводства орошаемых земель, руб./га за I980-I985гг всего	в т.ч. против мелиорированных земель	Удельные капвложения на I руб. прироста, руб	Эксплуатационные затраты, руб./га	Приведенные затраты на I руб. прироста, руб.
СССР	4965	779	645	7,59	5I,3	0,97
Россия	3937	45I	343	II,25	38,I	I,4I
В т.ч.:						
Северный Кавказ	4685	820	549	8,53	29,I	I,07
Поволжье	4405	585	374	II,74	34,6	I,48
Украина	45I2	678	500	9,24	50,I	I,I8
Узбекистан	8337	I2I0	III2	7,07	63,2	0,89
Казахстан	6555	485	430	I5,24	32,4	2,33
Киргизстан	5560	578	49I	I0,53	3I,I	I,3I
Таджикистан	9655	I4I2	I295	7,53	88,7	0,95
Туркменистан	4985	906	874	5,25	50,8	0,82
Грузия	5888	944	I98	25,5	53,4	3,23
Азербайджан	5409	I070	533	9,72	67,6	I,26
Молдавия	4I93	I329	567	4,90	39,4	0,67

Приписки способствовали перекачиванию оплаты, материальных и моральных вознаграждений именно к тем, кто трудолюбием не отличался. Это, в свою очередь, повлекло за собой снижение внимания к плодородию земель, к необходимости его постоянного нарастания.

В последние 20 лет опережающие работы по формированию водных ресурсов, их регулированию и межбассейновым переброскам способствовали тому, что появилась ориентация на постоянное, гарантированное, иногда даже избыточное водоснабжение всех отраслей народного хозяйства. В то же время это привело к тому, что водохозяйственные и сельскохозяйственные организации, несмотря на постоянное будирование этих вопросов наукой, не уделяли достаточного внимания совершенствованию системы водопользования, необходимости повсеместно переходить

на водосберегающие технологии.

Между тем, именно внедрение экономного расходования воды не может быть осуществлено за короткий промежуток времени. Применение водосберегающей технологии на огромных территориях требует больших капиталовложений, а также усилий, действенность которых проявится через 10-15 лет, но без которых дальнейшее развитие становится немыслимым.

Внедрение экономных систем водопользования и соответствующих технических средств должно идти как по линии строительства новых систем (оросительных), водохозяйственных сооружений и предприятий, так и реконструкции ранее существовавших.

Наши расчеты показали, что если существующие тенденции в водопользовании будут сохраняться, то к 2000 г. Средняя Азия придет с потерей национального дохода в целом на 3,0-3,5 млрд.руб. Правда, предпринимаемые меры наметили пути коренного перелома и приоритета совершенствования систем над их дальнейшим наращиванием.

В связи со сказанным одна из главных задач, стоящих перед водохозяйственными и сельскохозяйственными организациями во всех среднеазиатских республиках, - строго ориентировать деятельность по водному хозяйству и орошаемому земледелию на целеустремленное осуществление долговременных мер по постоянному снижению удельных затрат воды не на единицу площади, а на единицу продукции. По нашим расчетам, в целом за 1970-1982 гг. вследствие неуправляемости бассейнов среднеазиатских рек излишний суммарный водозабор против технического уровня систем составил 220 км^3 воды. Наличие такого резерва могло бы, бесспорно, компенсировать недостаток воды в маловодные годы и особо уменьшить экологический ущерб. Повышенное удельное водопотребление не давало возможности использовать водохранилища многолетнего регулирования, они вынуждены были работать в режиме сезонного перераспределения.

В то же время после введения строгих лимитов Минводхозом СССР в 1982 г. хотя и имели место некоторые переборы и нарушения графиков, но в целом тенденция к снижению удельных водозаборов проявилась за 5 лет настолько сильно, что повсеместное сокращение оросительных норм составило по отношению к 1980-1981 гг. 4,5-5,0 тыс. м^3/га, или почти 25% водозабора. Это еще раз указывает на необходимость перехода на организационное становление ВХК бассейнов рек Средней Азии.

Все перечисленные выше недостатки привели к некоторому замедлению роста продуктивности орошаемых земель.

За прошедшую пятилетку во всех республиках Средней Азии удельная продуктивность земель снизилась на I-5%. Здесь, наряду с указанными причинами мелиоративного и водного характера, большое значение имеет определенное истощение земель из-за слабого внедрения севооборота, недостаточного применения органических удобрений, имеющихся тенденций к потере структуры даже у таких плодородных почв, как сероземы.

Из почв Бухарской, Хорезмской, Ташаузской и Чарджоуской областей огромными промывными нормами ежегодно выносилось до 60 т/га солей, а Ферганской долины (включая три области Узбекистана, Ошскую - Киргизии и Ленинабадскую - Таджикистана) - до 40 т/га. Около половины этого количества солей составляют полезные соли кальция - основа плодородия и структуры южных почв.

Необходимо отметить, что зарегулирование стока по сути прекратило или резко уменьшило поступление на поле с наносами питательных веществ и микроэлементов. Ясна необходимость и принятия здесь мер по сохранению, если не наращиванию, плодородия орошаемых почв.

Немаловажную роль в снижении продуктивности, так же как и в увеличении удельных стоимостей вновь орошаемых земель, играет погоня за количеством гектаров, вызванная отсталостью плановых показателей отрасли, их несоответствием современному развитию производительных сил. Исчерпывание благоприятных оазисных земель и переход к освоению пустынных песчаных, такырных, загипсованных и галечниковых трудноосваиваемых земель, особенно в последние годы, привели к тому, что наращивание продуктивности таких земель оказалось процессом длительным, что существенно повлияло на среднюю продуктивность зоны. Так, удельная валовая продукция с вновь осваиваемых земель Центральной Ферганы, Зарбдарского и Мехнатабадского районов Голодной степи, Каршинского массива, ККАССР в течение десятилетий не превышает половины средней по Узбекистану.

Влияние исключительно неправильных методов управления освоением земель убедительно прослеживается на примере Каршинской степи. Известно, что этот уникальный объект площадью 350 тыс.га некогда пустынных территорий отличается исключительно благоприятными природными условиями, как почвенными, так и климатическими. По уровню продуктивности эти земли близки к землям долины Сурхандарьи (бони-

тет 0,9-0,95) с валовой продукцией на I га растениеводства до 2000 руб. В то же время окупаемость (I9) с учетом народнохозяйственных факторов оказалась равной 0,07 вместо 0,20 по Голодной степи и 0,I0 по проекту этого массива. Недополучено валовой продукции сельского хозяйства за I973-I985 гг. на 738,9 млн.руб., в том числе вследствие нарушения комплексности строительства и освоения - I44 млн.руб., отвлечения средств на неплановые и нетитульные объекты - 33 млн.руб., отклонения от планового состава культур - I72 млн.руб., и от недостатков в эксплуатации мелиоративных объектов - 93 млн.руб.

На примере этого объекта видно, что даже комплексный метод организации освоения земель сам по себе не может гарантировать высокую эффективность.

Следует отметить, что по тем же причинам в I975-I983 гг. снизилась и эффективность освоения новой зоны Голодной степи - по отношению к I966-I973 гг. недобор эффекта составил в среднем 60-70 млн.руб. в год при общей потере валового продукта 680 млн.руб.

Сложившиеся отрицательные тенденции в водном хозяйстве и орошаемом земледелии Средней Азии, их глубокое влияние на развитие всей экономики региона требуют принятия резких мер по изменению принципов управления и развития ВХК, особенно с учетом практического исчерпывания возможности увеличения располагаемых собственных водных ресурсов - как поверхностных, так и подземных.

Структура и связи ВХК в аридной зоне

Водное хозяйство и мелиорация являются важнейшими сырьевыми отраслями природопользования. Вода может служить и ресурсом, и средой обитания, и источником энергии, орошения. К каждой из этих функций воды предъявляются определенные требования в зависимости от социальных факторов (динамика роста населения, его структура, благосостояние, культура, обеспеченность продуктами питания и промышленными товарами) и темпов развития экономики. В свою очередь, мелиорация и орошаемое земледелие предъявляют требования к развитию обеспечивающих отраслей (сельхозтехника, строительство и индустрия, промышленность строительных материалов, сельхозмашиностроение, производство минеральных удобрений, тяжелое машиностроение и т.д.). С другой стороны, в сочетании с животноводством, садоводством, виноградарством и сопряженными отраслями перерабатывающего производства она

создает условия и базу для развития пищевой, мясо-молочной, текстильной, легкой, химической и местной промышленности, изменяя занятость населения и его благосостояние, что вновь определяет растущие требования и к воде и к энергии.

Существенной особенностью водного хозяйства и мелиорации в природопользовании является зависимость отраслевых затрат на функционирование водного ресурса от снижения удельных расходов воды на единицу продукции.

Особенно велики затраты на формирование воды в остродефицитной аридной зоне, где превалирующие объемы воды используются в самой отрасли - в мелиорации, повышающей продуктивность земель для орошаемого земледелия. В связи с этим важнейшая с государственной точки зрения задача - добиться оптимального соотношения между затратами на формирование и управление водными ресурсами и снижением удельных затрат воды - в аридной зоне становится отраслевой задачей получения максимума продуктивности земель на единицу воды.

Воспользуемся для правильной структурной формализации ВХК методом целевых комплексных программ (ЦКП). За последнее десятилетие метод ЦКП получил в стране большое развитие. Сущность ЦКП состоит в установлении оптимального плана развития для достижения поставленных целей при определенных ограничениях в выделенных ресурсах - в данном случае оптимальные пути развития ВХК. При этом непременным условием ЦКП является наличие единого генерального проекта, независимо от того, как он осуществляется - комплексным или раздельным методом.

Применение программно-целевого комплексного планирования (ПЦКП) к принципам формирования ВХК при различных возможных сочетаниях природной и экономической обстановки позволяет:

- наметить необходимую структуру хозяйственно-экономических связей и организаций и их взаиморазвитие в процессе формирования комплекса;

- добиться взаимодействия системы "экономика-природа" и поддержать экономическое равновесие при рациональном использовании природных ресурсов;

- обеспечить во взаимодействии с природными и экономическими условиями и их преобразованием необходимое социальное развитие региона.

При этом генеральная цель ("доктрина" по терминологии программно-целевого комплексного планирования) ВХК сформулирована как удов-

летворение потребностей региона, зоны страны в воде в нужном объеме, по качеству и режиму и в продуктивности земель в интересах развития сельского хозяйства при минимуме совокупных ресурсных затрат общества. Используя метод декомпозиции как один из приемов ПЦКП разобьем эту цель на субцели, а соответствующий комплекс - на субкомплексы.

Выполнение первой субцели в водном субкомплексе может быть декомпозировано как управление водными ресурсами и их воспроизводство (рис.5). Если состояние и проноз водопотребления и водоохранной деятельности на какой-то период показывают возможность удовлетворения потребностей без дополнительного привлечения водных ресурсов, а путем проведения эксплуатационных водохозяйственных мероприятий, то необходимость в воспроизводстве водных ресурсов отпадает.

Потребность в воде для ВХК на любой период развития оценивается по изменению социально-экономических факторов, в первую очередь, региональных и народнохозяйственных требований к воде. Исходя из задач страны по обеспечению региональной продукцией промышленности и сельского хозяйства на основе оптимизации, проведенной по отрасли в масштабах страны (I3), и учитывая требования региона к занятости населения, а также потребности населения в продуктах питания, устанавливаются отраслевые требования на воду от промышленности, коммунального хозяйства, рекреации, энергетики и, наконец, требования на необходимую продуктивность земель в пределах определенных зон.

Оценка дополнительных требований на воду складывается из следующих составляющих:

рост населения и удовлетворение его потребности в хозяйственном и производственном водоснабжении с учетом возрастания количественного и удельного водопотребления

$$\Delta W_{Li}(t) = L_{ti} \cdot \bar{\omega}_i(t) - L_{oi}\,\bar{\omega}_{oi} = L_{oi} \cdot \bar{\omega}_{oi}\left[K_{Li}(t) \cdot K_{\omega_i}(t) - 1\right], \qquad (6)$$

выполнение определенных требований к экономическому региону по обеспечению развития производства продукции, приуроченной в той или иной зоне в силу размещения баз, сырьевых и других особенностей

$$\Delta W_{Vi}(t) = \sum_{j \in M} V_{ji}(t) \cdot \alpha_{\omega_i}(t) - \sum_{j \in M} V_{ji_o} \cdot \alpha_{\omega_o}, \qquad (7)$$

удовлетворение требований к развитию сельскохозяйственного производства и продуктивности мелиорируемых земель, подразделяющихся на требования с определенными жесткими условиями и на требования

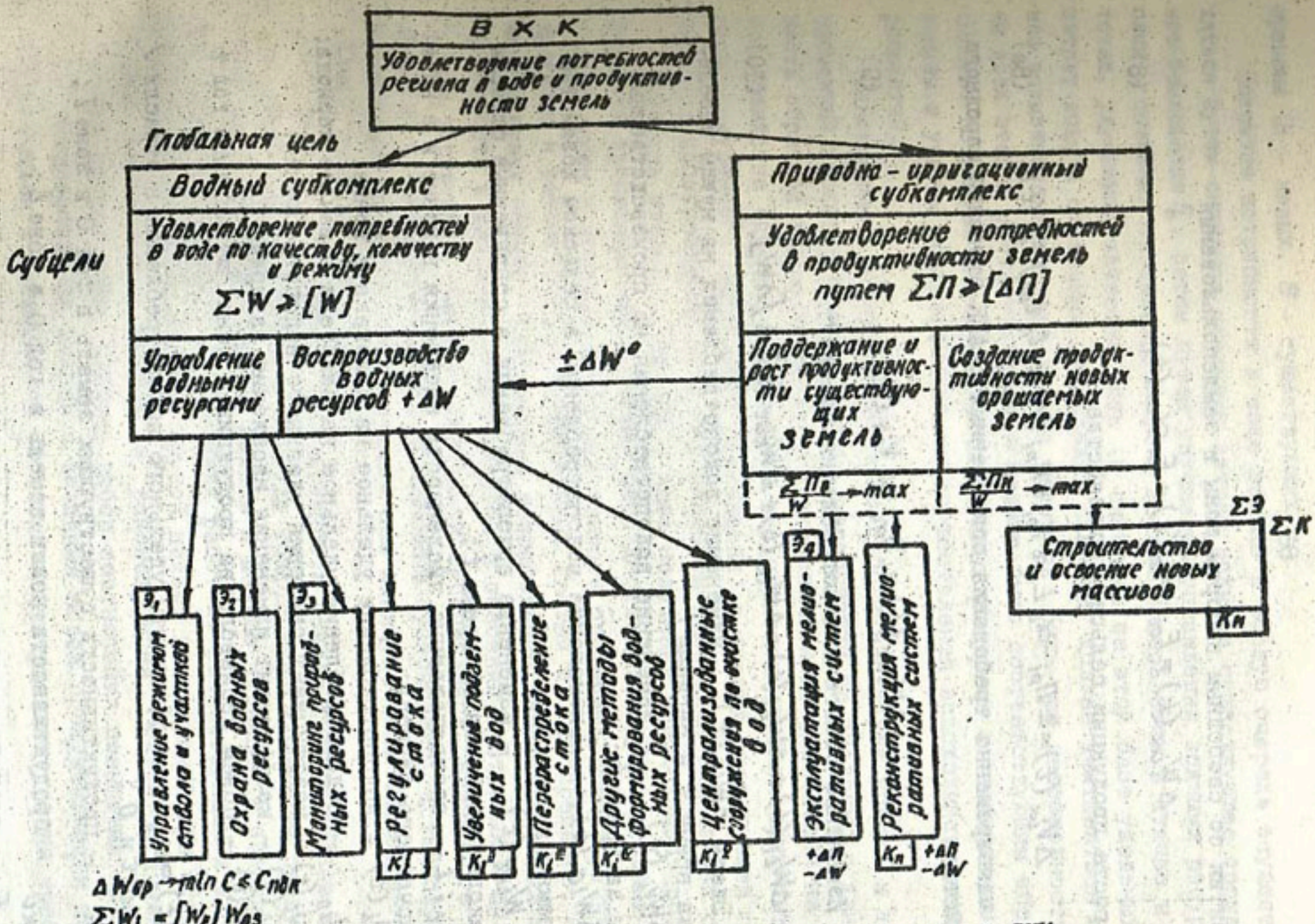


Рис. 5. Увязка целей и субцелей со структурой ВХК

развития со свободным выбором зоны и землепользования

$$\Delta W_{i\alpha}(t) = F_{oi} \cdot \alpha_{\omega}(t) + F_{n} \alpha_{\omega}(t) \quad , \tag{8}$$

при росте продукции сельского хозяйства

$$\Delta V_{i\alpha}(t) = \pm \Pi_{oi} \cdot \alpha_{s} L_{n} t F_{oi} + \Pi_{ni} (1 + \alpha_{n} \ell_{n} t_{oc}) \cdot F_{ni}(t), \tag{8а}$$

одновременно требования сопряженных с АПК отраслей народного хозяйства

$$\Delta W_{iac}(t) = \gamma_{ac} \cdot \Delta V_{iu}(t). \tag{9}$$

Изменение общего водопотребления составит

$$\Delta W_{Li}(t) + \Delta W_{Vi}(t) + \Delta W_{ia}(t) + \Delta W_{iac}(t) \leq [\Delta W]. \tag{10}$$

Здесь $\Delta W_{Li}(t)$ – изменение водопотребления на нужды населения за время t в регионе i;

$\Delta W_{Vi}(t)$ – изменение водопотребления на производственные нужды за время t;

$\Delta W_{ia}(t)$ – изменение водопотребления в сельском хозяйстве за время t;

$\Delta W_{iac}(t)$ – изменение водопотребления в сопряженные отрасли сельского хозяйства за время t;

L_t; L_o – соответственно численность населения в конце и в начале расчетного периода;

$\omega_i(t)$ – водопотребление удельное на человека в конце;

ω_{io} – водопотребление удельное на человека в начале периода;

$K_{\omega i}(t)$ – коэффициент снижения удельного водопотребления;

$K_{Li}(t)$ – коэффициент изменения населения за время t;

$V_{ji}(t)$ – объем производства продукции в зоне отрасли i в год t и 0;

$\alpha_{\omega i}(t), \alpha_{\omega jo}$ – коэффициенты удельного водопотребления в отрасли j во время t и 0;

Π_{oi} – продуктивность существующих земель в год 0 в зоне i;

Π_{ki} – продуктивность новых земель в год 0 в зоне i;

F_{oi} и F_{ni} – площадь орошаемых и новых земель в зоне i;

$\gamma_{\alpha c}$ – коэффициент водопотребления сопряженных отраслей;

$F_{p\alpha c}$ – площадь реконструируемых земель;

$\alpha_{\omega i}$ – удельное водопотребление орошаемых земель в зоне i;

α – коэффициент изменения продуктивности орошаемых земель по

времени (Н - новых, S - существующих).

Покрытие потребности в воде должно в первую очередь осуществляться путем снижения удельных затрат воды на существующее орошаемое земледелие F_o, затем путем улучшения управления водными ресурсами - снижения организационных и других потерь воды в стволе и притоках, улучшения качества воды (и снижения на этой базе удельных затрат воды в отдельных отраслях). Наконец, должен учитываться прогноз возможного изменения водных ресурсов. Лишь при невозможности на всех этапах удовлетворения ΔW должно быть соответствующим образом оценено потребное воспроизводство водных ресурсов с необходимым опережением и учетом долговременности осуществления водохозяйственных мероприятий.

Одновременно в структуре этого субблока следует учесть и долговременный характер влияния водных мероприятий на экологию и длительность обратной связи этого нового экологического равновесия на водное хозяйство (предлагаем назвать его периодом стабилизации антропогенно-нарушенного природного равновесия) и отсюда последующей переоценки водопотребления лишь под влиянием изменения окружающей среды.

Субцель второй части ВХК в виде получения необходимой продуктивности орошаемых земель может быть достигнута двумя методами - поддержанием и повышением продуктивности орошаемых земель путем эксплуатации и реконструкции оросительных систем и, одновременно, орошением новых земель, вовлечением и постоянным наращиванием их продуктивности в процессе строительства и освоения пустынных и полупустынных территорий. Задача этой части субкомплекса, названного нами природно-производственный ирригационный субкомплекс, есть получение необходимой продуктивности земель при минимуме всех общественных затрат, включая затраты воды.

Необходимый прирост продуктивности земель формируется в виде (8а). При этом указанный в формуле коэффициент изменения продуктивности земель α_S может быть и больше и меньше единицы, в зависимости от объема и состава осуществления работ по реконструкции и эксплуатации мелиоративных систем. Другой целью, достигаемой при этом в блоках "эксплуатация систем" и "реконструкция", является снижение удельных затрат воды. Поэтому выбор соотношения повышения продуктивности староорошаемых земель и создания новой продуктивности должен производиться в зависимости от возможности удовлетворения требования:

$$\sum_{i \in N} \Delta \Pi_{i_0} \geq [\Delta \Pi_0] \qquad (II)$$

и от соотношения капиталоемкости на освоение новых или реконструкции староорошаемых земель

$$\frac{\sum_{i \in N} \Delta \Pi_i \cdot F_i \pm \sum_{i \in N} W_{ai} \cdot Ц_{Bi}}{\sum_{i \in N} K_i^P + K_i^H} \longrightarrow max, \qquad (I2)$$

где $Ц_{Bi}$ – стоимость формирования единицы воды в зоне i;

K_{ip} – капвложение в новое освоение земель в зоне i;

K_i – то же, в реконструкцию в зоне i.

В результате такого структурного рассмотрения ВХК создается возможность для оценки его совокупного общественного продукта и совокупных общественных затрат (как капиталовложений, так и эксплуатационных).

Совокупный общественный продукт в пределах ВХК состоит из:

объема продукции водопотребляющих отраслей, где связь с ВХК выступает лишь в виде объема водопотребления и отвода возвратных вод Объем водопотребления при этом связан с объемом производства комплексной функцией, ибо по мере увеличения продуктивности воды в промышленности затраты на эти нужды увеличиваются (52).

$$V_{ij} = \sum_{i \in N} \sum_{j \in M} \frac{\partial P_i}{\partial W_i} {}_j W_i^j , \qquad (I3)$$

где $\frac{\partial P_i}{\partial W_i}$, – переменный коэффициент затрат воды на производство продукции j в регионе i;

объем совокупного производства сельхозпродукции с учетом переработки и совокупных отраслей

$$V_{ia}(t) = \sum_{i \in N} \left[\Pi_{0i} (d_S L_{mt} + 1) F_{0i} + \Pi_N (1 + d L_n t_{oci}) F_{Ni} \right] (K_n + 1) \qquad (I4)$$

и с учетом сопряженных отраслей АПК, включая глубокую переработку

$$V_{ia}(t)\,(1 + m_S), \qquad (I4a)$$

где m_S – коэффициент межотраслевого участия продукции орошаемого земледелия в создании совокупной продукции предприятий АПК;

K_n – коэффициент переработки;

t_{oc} – период освоения;

t – период наращивания продуктивности староорошаемых земель.

К этому объему должны быть добавлены ежегодно капвложения в год и часть продукции, созданной в сфере обслуживания. Таким образом, совокупный общественный продукт составляет

$$\sum_{i\in N}\left[\sum_{j\in M} V_{ij}(t)+V_{ia}(t)(1+m_3)(1+K_n)+K_t\right]+V_{обсл.} \quad (15)$$

Совокупные затраты на ряд лет t:

$$\sum_{t\in T}\left\{\sum_{i\in N}\Delta W_i\cdot K_{\omega_i}(t)+\sum_{i\in N}\sum_{j\in M}\bar{K}_{ji}\left[V_{ij}(t)-V_{ij}(0)\right]+\right.$$
$$\left.+\sum_{i\in N}\left(\bar{K}_p\cdot F_p+K_{ni}\cdot F_{ni}\right)+\mathcal{E}(t)\right\}, \quad (16)$$

где $\mathcal{E}(t)$- суммарные эксплуатационные затраты на год t.

Видно, что существующая структура и главные показатели подотраслей не соответствуют глобальной цели и субцелям отрасли. Действительно специальных органов по управлению водными ресурсами пока не было, этими функциями занимаются бассейновые инспекции и функциональные управления МВХ республик. При этом децентрализация управления в пределах региона и республик создает значительный народнохозяйственный ущерб, что показано на примере Сырдарьи. Такие примеры можно привести и по другим рекам. Долгосрочное планирование осуществляется в виде схем комплексного использования, которые, в основном, правильно направляют отраслевое региональное развитие, но не служат документом к действию.

Аналогично, во второй части отрасли критерием успеха ныне являются, наоборот, те показатели, которые должны быть с точки зрения общественной необходимости в минимуме; капвложения, площади нового орошения, площади реконструированных земель. При этом продуктивность земель нигде в показателях не учитывается. Более того, и эксплуатационные органы отчитываются и перед вышестоящими органами и перед подразделениями минсельхоза за выполнение плана эксплуатационных мероприятий в денежном выражении, т.е. в тех показателях, которые должны быть в минимуме. Некоторое исключение в комплексе составляет освоение новых земель, если оно осуществляется комплексным методом как целевая программа.

Исходя из анализа организационного и программного несоответствия, предлагается структуру ВХК формировать по двум целевым субкомплексам.

ВХК является отраслевым и в то же время в определенной степени территориальным, так как охватывает природные и производственные процессы отрасли и взаимосвязанные с ней отрасли общественного про-

изводства в определенных регионах и территориях.

Формируемые в ВХК субкомплексы обладают свойствами и отраслевых и территориальных комплексов, при этом водный (бассейновый) субкомплекс имеет преимущественно отраслевую направленность, так как именно через эту часть ВХК осуществляется не только управление водой, но и контроль за использованием водных и земельных ресурсов, вне зависимости от территориальной принадлежности. Организационная структура здесь предлагается в виде Главного управления ВХК в подчинении органа СССР для основных рек страны и Управления бассейном для рек республиканского значения. Отдельные водохозяйственные районы должны охватываться теруправлениями ВХК. Продукция этой части субкомплекса - водные ресурсы, отпускаемые по дифференцированной цене в зависимости от качества (а, возможно, и времени года) водопользователям и водопотребителям с учетом объема и качества возврата.

Такие два управления в конце 1987 г. созданы для бассейнов Сырдарьи и Амударьи.

Управление второй частью ВХК - природно-производственным ирригационным субкомплексом осуществляется в достаточной степени на местном уровне. При этом территориальная часть получилась как бы двух типов - в виде законченных комплексов (ППИК) на базе организаций, осуществляющих комплексное строительство и освоение новых земель на крупных массивах, и на базе областных и районных организаций минводхозов республик, нацеленных на развитие орошения и его поддержание в существующих зонах. Однако, ранее комплексные организации несли полную ответственность за все осуществляемые водохозяйственные, строительные, сельскохозяйственные и эксплуатационные работы. Именно это обеспечило высокую эффективность комплексного строительства в Голодной степи и ряде других массивов орошения. Отказ от этих принципов, незавершенность массивов по всем показателям комплексного проекта в Джизакской, Каршинской степи, ККАССР, Туркмении и преждевременная передача отдельных хозяйств органам госагропрома привели к разрыву установившихся связей, снижению внимания к продуктивности земель и, одновременно, к резкому отставанию от показателей проектируемого конечного эффекта, в первую очередь, из-за ухода организации-создателя от ответственности за выход на намеченные результаты.

Одновременно дробление территориального комплекса в пределах массива привело почти повсеместно к отсутствию контроля за ходом природных процессов и к ухудшению экологической обстановки вследствие

того, что система природопользования выходит из поля зрения ответственных организаций.

Исходя из этого, разработаны соответствующие предложения по структуре, цели и конечным показателям субкомплексов, адекватные генеральной цели комплекса.

Формирование, распределение, учет, прогноз и охрана водных ресурсов всех видов должны быть сконцентрированы в единых реках под эгидой специально создаваемых главных управлений водных комплексов. Этим управлениям должны быть переданы все основные сооружения на стволе крупных рек и основных притоков, органы гидрологического и гидрогеологического учета и прогнозов на территории бассейна, а также возложен контроль за использованием подземных, местных и других вод. В качестве аппарата оперативного управления этими комплексами необходимо резко ускорить строительство и ввод в эксплуатацию автоматизированных систем управления бассейнами рек.

Следует поручить вновь создаваемым главным управлениям водных комплексов (ГУВК) организовать перевод всех водохранилищ на режим многолетнего регулирования, ориентируясь на долгосрочные прогнозы, установить режим водопользования с учетом изменяющихся погодных условий, а также режим отбора подземных вод из скважин, пробуренных с целью борьбы с маловодьем.

Одновременно целесообразно установить условные стоимостные показатели водных ресурсов с дифференциацией их по качеству для оценки деятельности водохозяйственных эксплуатационных организаций по экономии водных ресурсов, использованию различных вод, как поверхностных, так и подземных и возвратных, сбросу недоброкачественных вод и других (сначала без компенсации их сельскохозяйственными предприятиями.

На основе этого ввести на первом этапе условный хозрасчет между подразделениями ГУВК и организациями минводхозов республик и фактический между водохозяйственными организациями и другими потребителями и загрязнителями (промышленное, коммунальное и другие хозяйства). В последующем осуществить полный перевод на хозрасчет водохозяйственных и сельскохозяйственных органов за воду, имея в виду ожидаемое возрастание стоимостей собственных и территориальных перераспределенных водных ресурсов. Такая система будет способствовать не только повышению заинтересованности в экономии воды, но одновременно и возможности создания за счет указанных средств силами отрас-

ли предприятий по централизованной очистке и деминерализации загрязненных и минерализованных вод.

Важной стороной работы ГУВК должно стать перспективное планирование использования и развития водных ресурсов в бассейне с учетом перспективы изменения социально-экономической обстановки и народнохозяйственных задач, устанавливаемых перед регионами в общесоюзном планировании и специализации.

На бассейновом уровне должна будет осуществляться постоянная корректировка удельных норм водопотребления отраслями, а также контроль за соблюдением этих норм и увязка с региональными ступенями развития по этапам.

Учитывая ответственность, которая ложится на отрасль в связи с постоянным нарастанием дефицита водных ресурсов в стране, а также необходимость осуществления мер по экономному расходованию воды и увеличению располагаемых водных ресурсов в отдельных наиболее эффективных зонах, установить показателем отрасли удовлетворение потребностей в воде в виде статичного показателя было бы неправильно. Целесообразно определить в качестве такого критерия удовлетворение потребностей общества и его составляющих в воде при определенном росте удельных показателей продуктивности воды, например, на основе сложившихся трендов в различных отраслях. Это обязует снабжающие и потребляющие отрасли ускоренно внедрять НТП в ресурсосберегающие технологии в водопользовании.

Особое значение в этом субкомплексе приобретает служба природно-мелиоративного мониторинга измерений природных ресурсов под влиянием развития водного хозяйства и мелиорации. Она в какой-то степени объемлет обе составляющие комплекса, но должна замыкаться в пределах природной единой системы бассейна в рамках ГУВК. Представляется целесообразным создание такой службы в виде автоматизированной информационной системы природно-мелиоративного мониторинга (АИСПМ). Она может включать в себя сеть наблюдений нынешнего Госкомгидромета по водным ресурсам, мингеологии по подземным водам, минводхоза по рекам и водозаборам, дополнительную специально создаваемыми эталонными водобалансовыми станциями (ЭВБС) и системой дистанционных наблюдений.

Задачей второй части комплекса - мелиоративной - непосредственно связанной с АПК, является повышение, поддержание и создание продуктивности мелиорированных земель за счет улучшения свойств почв,

обеспечения их оптимальными водно-воздушными и водно-солевыми режимами, устойчиво поддерживаемыми с помощью мелиоративных систем, а также освоения новых ранее неиспользуемых земель в интересах создания нового мелиоративного плодородия. Эта часть комплекса, которую мы назвали природно-производственным мелиоративным субкомплексом, разделяется на две составляющие: эксплуатационную мелиоративную, примыкающую к действующему АПК и соподчиненную ему, и вторую - социально-освоенческую программу создания плодородия новых орошаемых земель. Если первый субкомплекс - водный - носит более отраслевой характер, то второй является особым видом территориально-производственного (ППИК) с подчеркнутой отраслевой направленностью.

Своеобразие современного положения в этой части ВХК, находящейся на стыке с АПК и создающей условия для него, состоит в том, что сейчас ни экономические, ни целевые, ни структурные связи в эксплуатации и реконструкции не соответствуют интересам АПК и общества. Для того, чтобы включить в работу противозатратный механизм, необходимо четко разделить обязанности по взаимоотношениям ВХК и АПК. С такой точки зрения, которая выработалась на основании рассмотренных нами пяти различных вариантов, наиболее приемлемым будет вариант ответственности эксплуатационной части ВХК перед АПК за обеспечение определенной продуктивности земли, а АПК перед государством - за ее использование. При этом эксплуатация будет осуществляться органами водного хозяйства.

Требованиям рационального использования земельно-водных ресурсов больше всего отвечает система усредненных зональных нормативных цен внутрихозяйственного технического и мелиоративного обслуживания, содержания, вододеления и водоотведения на системах, отнесенных к гектару орошаемых земель и выплачиваемых в процентах от средневзвешенного прироста продукции с орошаемого гектара.

Такая система в противовес существующей подрядной методике выколачивания средств из хозяйств за выполненные ремонтные работы и стремлению завысить объемы, кубатуру и стоимость выполненных работ будет способствовать тому, что эксплуатационники низовых организаций будут стараться сделать эксплуатационные работы с минимумом затрат, но так, чтобы обеспечить максимум прибавки продуктивности. Они станут заинтересованными и в реконструкции системы в ее трех составляющих - повышение продуктивности, снижение затрат и расхода воды именно там, где эти работы смогут дать наибольший эффект и в сельс-

ском хозяйстве и в эксплуатации.

Наконец, такой подход создает заслон строительству и приемке невыгодных для эксплуатации и сельского хозяйства объектов хотя они буду выгодны для строителей. Это одновременно повысит требовательность к приемке объектов в эксплуатацию. Предложенный подход резко усилит и внедрение НТП, так как целеустремит ВХК на те же показатели, что и НТП - экономию средств, воды, затрат, борьбу с валом. Это также высвободит средства для финансирования и продвижения НТП.

Таким образом, не обойтись без автоматизированной информационной системы природно-мелиоративного мониторинга для постоянного учета, контроля и прогноза тех изменений, которые вносит мелиорация и для предотвращения возможных вредных ее последствий. Эта служба должна анализировать данные по повышению продуктивности земель, по недобору ее потенциального уровня, выявлять причины этих недоборов и намечать меры по их устранению.

В таком плане мелиоративный субкомплекс получает сразу целевое и функциональное единство, а его организационное оформление также должно быть осуществлено по принципу целевых программ силами минводхозов республик, которые возглавят эти программы, увеличив их акцент на эксплуатацию и реконструкцию существующих систем. Рост 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 республик, их баз и мощностей на усовершенствовании эксплуатации и осуществлении широкой программы совершенствования оросительных систем, их автоматизации и т.д. Это может быть осуществлено при условии целевого материального и финансового обеспечения всех ремонтно-эксплуатационных затрат и ряда других организационных мер.

Ввод новых орошаемых земель в аридной зоне и получение продуктивности новых земель целесообразно сосредоточить в виде целевой программы во второй части ВХК-ППИК новых земель. Необходимость выделения такого субкомплекса вызвана исчерпанием возможности прироста земель нового орошения в естественно благоприятных оазисах и перспективой освоения целинных земель в аридной зоне в условиях пустынь и полупустынь.

При этом по обоим составляющим субкомплекса ППИК организационно намечается единая ответственность органов минводхозов республик

и их территориальных органов на местах за поддержание и наращивание плодородия мелиорируемых земель и главных управлений по комплексному строительству за создание новой продуктивности земель путем комплексного освоения, а в случае комплексной реконструкции целых массивов-и за повышение продуктивности орошения на крупных массивах. Сейчас такая организация комплексной реконструкции орошаемых массивов намечается в Каракалпакистане и в старой зоне Каршинской степи. Принципиально обязательным здесь должно являться положение, что комплексные организации несут ответственность именно до конца освоения или реконструкции массива за достижение конечных показателей продуктивности земель.

Учитывая, что влияние развития нового орошения или совершенствования старого орошения обычно имеет место в пределах массивов или даже целых БХР, входящих в состав БХК, целесообразно под эгидой главного управления БХК создать региональные советы по рациональному использованию водных и земельных ресурсов в пределах БХР или массивов для контроля их соответствия тем параметрам, которые установлены БХК в его планах развития и управления, и координации действий для достижения намеченных социально-экономических и экологических рубежей именно в пределах массивов или БХР. В эти советы должны быть включены представители всех заинтересованных водопотребителей и водопользователей, имея в виду, в первую очередь, областные (или районные) подразделения минсельхозов. При наличии больших отклонений в оперативной и перспективной деятельности эти региональные советы смогут принимать меры как взаимной увязки, так и особенно привлечения внимания со стороны местных советских и хозяйственных органов, а также руководства минсельхоза, комитета по экономике и минводхозов соответствующих уровней иерархии.

ОСОБЕННОСТИ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА С ПОЗИЦИЙ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В АРИДНОЙ ЗОНЕ

Своеобразие взаимоотношений отрасли с природной средой в эпоху НТП

Вторая половина XX в., ознаменовавшись невиданным размахом НТП и развития экономики, внезапно приблизила все человечество к исчерпанию многих природных ресурсов, к усложнению и удорожанию природопользования, к необходимости постоянно учитывать, прогнозировать и ориентироваться на требования природной среды и экологии.

Основные положения отечественного природопользования, исходя из работ советских ученых, сводятся к следующему:

создание необходимых условий для постоянного повышения благосостояния народа невозможно без пристального внимания к состоянию окружающей среды, которое определяет важнейшие социальные и экологические предпосылки этого благосостояния как фактор всестороннего развития и совершенствования общества;

естественные и трудовые ресурсы находятся в столь тесном постоянном взаимодействии, что их нельзя рассматривать в отрыве, так как невнимание к тому или другому направлению общественного развития грозит либо потерей здоровья и производительности, либо увеличением социальных издержек, либо возникновением экологического ущерба;

в условиях интенсивно возрастающих потребностей общества достижение необходимого уровня благосостояния невозможно без определенного изменения природных условий. Задача состоит в том, чтобы достичь максимально возможного удовлетворения потребности общества при минимальном ухудшении окружающей среды или при минимуме суммарных экономических издержек, включая и затраты на компенсацию природного ресурса (предотвращение отрицательных последствий от изъятия ресурса) или прямой ущерб от неосуществления природоохранных мероприятий;

правильно поставленная охрана природы может не только обеспечить, в основном, предотвращение ущерба от природопользования или свести его к минимуму, но и создать определенный прирост природных экологических потенциалов.

Все эти положения имеют огромное значение для развития ВХК в

аридной зоне.

Водное хозяйство и мелиорация, являясь одной из важных сырьевых отраслей природопользования, для успешного развития требует прогноза темпов социально-экономического процесса и социально-экономических требований общества в целом и в отдельных регионах и зонах страны, ибо эти требования определяют объем как водопользования, так и водопотребления, а также необходимую продуктивность мелиорированных земель. Для нас очень важно разделение видов использования воды именно на эти две крупные группы, (36), так как водопользование в наших условиях вносит минимальное изменение в природную среду, а наибольшее - связано с водопотреблением. В связи с этим рост мощностей водного хозяйства и мелиорации приводит к острому нарастанию дефицита воды и затрат на ее формирование. В результате в условиях дефицита и водных и земельных ресурсов задача отрасли состоит в том, чтобы выбрать такую линию развития и управления, при которой будут максимально удовлетворены требования общества в воде и продуктивности земель при минимальных совокупных затратах, включая капитальные и текущие затраты, потери от недополучения продукции, ухудшение и ущерб экологической и изменение социальной обстановки.

Указанная цель в аридной зоне сводится по сути к максимальному повышению продуктивности земель при минимуме удельных затрат воды

$$\frac{\Delta П}{W} \longrightarrow max \quad при \; W \neq 0 \; .$$

Действительно, орошаемое земледелие в аридной зоне является наибольшим водопотреблением и в то же время определяет, в основном, степень воздействия на водные ресурсы и одновременно на достижение социальных и экономических результатов. Естественно, что выполнение требования (I7) приводит к оптимизации природопользования, тем более, что продуктивность орошаемого земледелия и интенсивность вновь создаваемых нарушенных человеко-природных биогеоценозов в десятки раз выше естественных в аридной зоне. Поэтому понятие сложности и обеспечения оптимальных взаимоотношений в системе "человек-вода-земельные ресурсы" должно стать гарантией успеха развития мелиорации и водного хозяйства как важнейшей отрасли природопользования.

Естественные природные биогеохимические циклы носят, как указывает В.А.Ковда (25), почти замкнутый характер, что обеспечивало до середины нашего века приблизительно стабильный характер функционирования и равновесие состава вовлеченных в них веществ, компонен-

тов, организмов. При этом водное хозяйство и мелиорация в аридной зоне как отрасль природопользования является частью общественного развития, влияющего на природные процессы. Действие это проявляется, во-первых, вследствие развивающихся водозаборов по всей длине реки на орошение и другие нужды, что уменьшает сток, во-вторых, вследствие регулирования стока, что изменяет водный и наносной режимы воды, в-третьих, вследствие любых мелиоративных мероприятий, особенно развития или совершенствования дренажа, реконструкции систем, что изменяет качество воды и объем стока. Можно прямо сказать, что любые изменения в циклах территориального субкомплекса ВХК под влиянием дренажа немедленно отражаются на большом бассейновом цикле водной части ВХК благодаря их тесной увязке и взаимному влиянию.

Но одновременно огромные изменения большого бассейнового цикла определяются вторичными потоками, вызванными к жизни орошением, дренажем и управлением рекой. Они с мощностью иногда на порядок больше естественных включают резко усиленные по отношению к исходному потоки азота, минеральных веществ, а также потоки новых веществ (гербицидов и пестицидов), зачастую токсичных и даже канцерогенных и мутагенных, приносимых как сельхозпроизводством, так и промышленными выбросами. В то же время изменение режима наносов в реке ликвидирует их привычное распределение с полезными обогащающими микро- и макроэлементами и создает новые, порою бесполезные зоны их аккумуляции.

Понятно, что такое течение процессов изменяет, наряду с биохимическими циклами, и все экологические циклы и эти изменения являются следствием того повышения продуктивности и потенциала территориальных циклов, которые создаются вследствие орошения на ранее пустынных биогеоценозах.

В пределах региона бассейна в аридной зоне имеются автономные экосистемы (водораздельные, автоморфные, высоких долин), транзитные естественные (аллювиальных долин, предгорных долин, субаэральных дельт) и аккумулятивные - нижних террас и особенно дельтовые экосистемы. Следует отметить, что аккумулятивные экосистемы, которые поддерживаются притоком органических веществ в виде наносов и биогенных элементов, превращаются под действием дренажа в искусственно-транзитные по отдельным (соли, питательные элементы) или по большинству компонентов.

При этом, если орошение в автономных экосистемах верхних частей

бассейна создает определенную стабильность, которой теперь эти ландшафты будут характеризоваться, то транзитные экосистемы ландшафтов и реки, и, особенно дельтовые экосистемы будут отличаться нестабильностью и различным уровнем экологической зрелости, различной степенью устойчивости.

Эта нестабильность определяется не только изменением водного питания, которое по характеру увлажняемости и по степени дренированности резко отличается при различных мелиоративных режимах, особенно при переходе в процессе реконструкции и совершенствования водопользования от гидроморфных, характерных для дельтовых естественных экосистем, к полуавтоморфным, но формируется также при регулировании стока, ограничении водоподачи, а также усилении искусственной дренированности. Происходят резкие изменения в тех свойствах почвы, которые именуются консервативными. Мы их относим к антропогенно-изменяемым (55). Это физические и химические характеристики (плотность, пористость, содержание гумуса, химсостав, биомасса и т.д.). Наша задача состоит в том, чтобы изменения, происходящие в территориальных экосистемах под влиянием гидрологического цикла бассейна, были в достаточной степени подготовлены соответствующими антропогенными воздействиями для плавной постоянной перестройки, не допуская их деградации и потери продуктивности. Темпы реконструкции мелиоративных систем в дельтах (низовьях) рек должны быть опережающими, а направленность природно-мелиоративного совершенствования соответствовать ходу перестройки естественных биогеоценозов.

Возьмем, например, динамику изменения водносолевого баланса орошаемых земель в Хорезмском оазисе (табл.I5). Ранее здесь в условиях избыточных водных ресурсов на ирригационных системах имели место гидроморфный и полугидроморфный мелиоративные режимы с близким уровнем грунтовых вод с интенсивным привносом ила на поля (до 20 т), включавшего около I0% полезных солей и питательных элементов. Благодаря большим затратам воды (до I5 тыс.м^3/га) поддерживался устойчивый режим увлажнения при транзитных экосистемах с интенсивным выносом солей с орошаемого массива (отрицательный баланс 22,5 т, в т.ч. в зоне аэрации - 7,5 т/га). Однако перевод на ограниченные лимиты водоподачи при увеличении минерализации воды на 40%, при снижении мутности воды в несколько раз вследствие регулирования стока Туямуюнским водохранилищем при незначительном изменении уровня грунтовых вод и повышении их минерализации в I985 г. снизил вынос

солей с гектара орошаемого массива до 9 т/га, но уже в зоне аэрации он стал положительным. При дальнейшем снижении водозабора до уровня, предусмотренного схемой КИВР бассейна Амударьи (I5,7 тыс. $м^3$/га), без ускоренного осуществления реконструкции здесь уже в I995 г. будет интенсивное соленакопление в зоне аэрации и некоторое в целом по орошаемому массиву.

Таблица I5

Динамика элементов водносолевого баланса орошаемых территорий дельтовых низменностей на примере Хорезма

Показатель	I976-I990	I985	I995	Перспектива
Удельный водозабор, тыс.м/га	3I,8	22,6	I5,7	I2,8
КПД систем	0,50	0,52	0,53	0,75
Суммарное водопотребление, тыс.$м^3$/га	I5,7	I3,8	I3,6	9,6
Уровень грунтовых вод, м	I,43	I,56	I,60	2,30
Оросительная норма нетто, тыс.$м^3$/га	9,I	7,2	7,3	7,3
Мелиоративная доля β	0,65	0,58	0,20	0,20
Испарение из грунтовых вод, тыс.$м^3$/га	6,5	6,I	6,0	I,7
Дренажно-сбросной сток Д+С, тыс.$м^3$/га	I5,6	8,7	3,0	3,6
Минерализация, г/л	0,82	I,I2	I,20	0,9
оросительной воды	3,4I	3,6	4,2	5,2
дренажной воды				
Вынос солей дренажно-сбросной водой, т/га	48,6	3I,3	I2,6	I0,3
Соленакопление на орошаемом массиве, т/га	-22,5	-8,95	+6,6	-2,9
Соленакопление в зоне аэрации, т/га	- 7,56	+4,47	+I8,I	-0,7I

Лишь ускоренная комплексная реконструкция и перевод мелиоративного режима на полуавтоморфный (см.перспективный уровень) позволят добиться солевого благополучия массива и сохранить его плодородие. Одновременно для предотвращения потери питательных веществ следует срочно принимать интенсивные меры по восстановлению режима

наносов, по усилению поттачи органических веществ в почвы оазиса.

Бассейновые экосистемы в аридной зоне постоянно находятся в состоянии изменения. С одной стороны, во вновь осваиваемых пустынных зонах, особенно в процессе их освоения, идет процесс нарастания потенциала экосистемы, наоборот, в зоне снижения потенциала происходят гетеротрофные процессы. Климактериальное состояние экосистем в виде стабильных во времени процессов может быть характерно, видимо, для автоморфных экосистем. Во всех остальных идет постоянное чередование нарастания и сработки потенциалов. В условиях орошаемого земледелия относительная во времени стабильность этих экосистем может быть достигнута лишь при правильном чередовании комплекса поддерживающих эксплуатационных, реконструктивных и агротехнических мероприятий.

Стабилизация экосистем в пространстве по территории бассейна - задача в условиях дефицита водных ресурсов аридной зоны крайне затруднительная. Она может быть достигнута лишь при определенном очень строгом управлении и распределении водных ресурсов.

Таким образом, необходимо подходить к взаимоотношениям ВХК с природной средой исходя из того, что биогеоценозы орошаемых земель привязаны по своим характерным особенностям и сложившимся балансам массопотоков к определенным мелиоративным режимам, которые определяют интенсивность нарастания (или, наоборот, уменьшения) плодородия земель. В то же время изменение отбора и возврата водных ресурсов с его русловой части в территориальную изменяет и сложившийся биогеохимический цикл.

Перестройка их должна производиться очень плавно в увязке гидрологических и территориальных циклов между собой, имея в виду, что за этим тянется цепочка всех экологических циклов.

Природные связи и их динамика в процессе развития ВХК

Вода представляет из себя реальный ресурс, постоянно циркулирующий в гидрологическом цикле бассейна, тесно переплетенном с гидрологическими территориальными циклами. Характеристики этих ресурсов даже в естественном ходе сильно варьируют во времени, пространстве и качестве, отражаясь на географическом и экономическом распределении этих вод в пределах речного бассейна.

Формируя и совершенствуя ВХК, мы вмешиваемся в режим, распределение, количественные и качественные характеристики всех больших и малых гидрогеологических циклов и вносим определенные изменения в естественный цикл. В некотором плане это увеличивает его стабильность, в другом - порождает неопределенность, вызванную неправильным управлением.

В процессе гидрологических преобразований вода непосредственно переплетается с земельным использованием. Изменение продуктивности земель определяет возможные водные характеристики и режимы водопотребления, включая их сезонные и качественные свойства. Тесное взаимодействие между человеком, водой, почвой и растением определяет экологический эффект водохозяйственных мероприятий.

Удовлетворение нужд человечества в воде невозможно без управления водой и перераспределения ее во времени и в пространстве. В основном гидрологические системы управляемы, и может быть достигнута их адаптация к обществу, если не будет отдан приоритет экономике и чистым интересам прямого производства. Лишь тогда водное управление в отрасли сделается успешным, когда оно будет сочетать знание естественных наук, социальных требований и экономики. На основе опыта прошлых успехов и ошибок будущее использование водных ресурсов должно быть основано на выборе соответствующей технологии, строительстве, управлении и эксплуатации, административных и организационных формах и предупреждении риска долговременных нарушений окружающей среды.

Человек и вода тесно связаны один с другим. Человек зависит от воды в выполнении функций всего общества с ее помощью. В то же время использование воды и осуществление защиты от действий воды вносит определенные изменения в естественные водные круговороты как по количеству, так и по качеству.

С другой стороны, земля также является необходимой субстанцией существования человека. Он использует ее для производства сельхозпродукции, сырья, добычи полезных ископаемых и других, например, рекреационных, природоохранных и прочих целей. Любые мероприятия, осуществленные на поверхности земли, включая изменение в системе "приземный слой-почва-растение", вносят изменение и в величину и распределение элементов водного баланса территории и одновременно водного баланса гидрологического цикла реки.

Но это взаимодействие, кроме бывших связей, имеет и далеко идущие последствия, связанные с изменением степени увлажняемости или

сухости территории и определенными глобальными изменениями климатических параметров, которые соответственно влияют и на гидрологический цикл и на другие факторы продуктивности земельных ресурсов и экологических формирований.

Не менее важно, хотя и более сложно, взаимодействие земельных ландшафтов и воды по взаимному изменению качественных показателей.

Химическое взаимодействие между фильтрующейся водой и грунтовой средой влияет на химические характеристики грунтовых и подземных вод, на изменение солевого состава и почв и грунтов и одновременно на качественные показатели стока рек. В то же время огромное влияние на качество воды в реках и водоприемниках оказывают промышленные и коммунальные водопотребители. В сумме все это изменяет качество в любой части бассейна в сочетании с качественным изменением стока, приводит к трансформации воды по всему стоку рек и притоков, а отсюда и к последующему влиянию на изменение почвы в низовьях.

Эти аспекты усиливаются с учетом сезонности гидрологических процессов, сезонности и цикличности производства, особенно в сельском хозяйстве, межгодовой изменчивости стока, а также климатических и погодных факторов в сочетании с изменчивостью специфических требований различных территориальных зон бассейнов.

Во взаимодействии между водой, землей и человеком нагрузки водных и антропогенных воздействий на земельные ресурсы переменны и очень мобильны. При этом более предсказуемо поведение воды, чем человека во всем этом тройственном взаимовлиянии.

Из двух типов использования воды в реках - водопользование и водопотребление - первое в виде рекреации, рыбоводства, гидроэнергетики, судоходства, лесосплава и т.д. меньше влияет на первичное состояние вод, за исключением, пожалуй, гидроэнергетики, которая требует для своего усиленного формирования строительства водохранилищ, подтопления земель и т.п., отрицательно сказывающихся на естественных характеристиках и рек и прилегающих территорий. Однако и некоторые другие водопользователи не менее влияют на эти характеристики, особенно качество стока и естественное состояние русел.

Водопотребление, бесспорно, вносит более серьезные изменения в характеристики стока и по количеству и по качеству. Поэтому регулирование водоотбора и возвратных вод в бассейне является обязательным условием долговременного успешного использования водных ресурсов.

Взаимодействие воды, земли и человека в антропогенно-нарушенных вновь формируемых природных гидрологических циклах показано на приведенном рис.6.

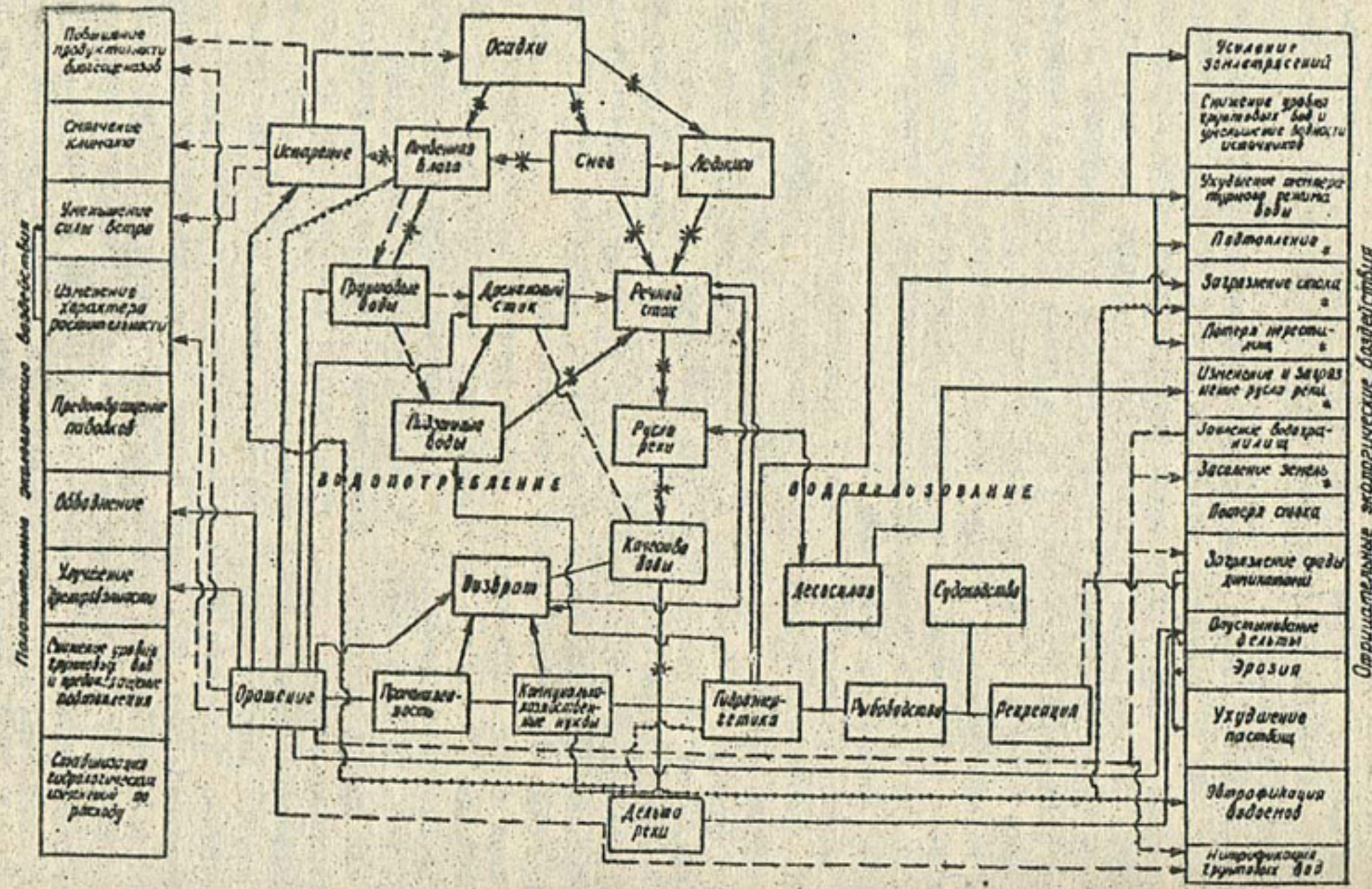


Рис. 6. ПРИРОДНЫЕ СВЯЗИ ВХК И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ

—*— естественные связи среды
– – – естественные потоки, усиленные антропогенным воздействием
——— первичное влияние
——•—— вторичное антропогенное влияние
——•—— вновь созданные антропогенные потоки
* отрицательные воздействия, которые могут быть предотвращены

На сложившийся естественный гидрологический цикл, в котором участвуют осадки, ледники, почвенная влага, испарение, грунтовые и подземные воды, их дренажный сток в реку и саи, речной сток, накладываются антропогенные водопользователи, которые в пределах своих страслей ускоряют естественные гидрологические циклы и оказывают усиленное экологическое воздействие как положительное, так и отрицательное, первичное и вторичное. Следует отметить, что большинство отрицательных последствий могут быть предотвращены, если будут осуществлены определенные меры воздействия, направленные на недопущение причин их возникновения.

В аридной зоне реки, зарождаясь в зонах, не подверженных или слабо подверженных антропогенным воздействиям, далее проходят по территориям, являющимся полем интенсивной деятельности человека, значительно изменяясь как по характеру стока (режиму, качеству), так и по его величине. В так называемых зонах транзита главнейшими приходными составляющими руслового баланса являются подземные воды, определяющие русловую приточность к стволу, а также возвратные воды с орошаемой территории, включая коллекторно-дренажные и сбросные.

В то же время расходные статьи руслового баланса целиком и полностью будут определяться величиной водозабора на орошение и другие нужды, а также изменениями путем регулирования стока. Последнее создает целый ряд дополнительных непродуктивных потерь стока (испарение из чаши водохранилищ и его мелководий или осушенного дна, увеличение фильтрационных потерь из них), в то же время изменяет и ранее имевшие место потери.

Так, превращение русла в цепь водохранилищ, которые предотвращают паводковые расходы и ограничивают максимальные попуски, позволяет резко сузить рабочую пойму реки, ограничившись определенным размером русловой части. В результате можно значительно уменьшить объем непродуктивного испарения со стариц, мелководий и т.д. В то же время сокращение диапазона колебаний уровней воды в реках приводит к ограничению как фильтрационного оттока от реки в случае подпитывающего характера взаимодействия реки и водозабора, так и к увеличению притока в реку в зонах выклинивания. Существенны изменения уровней грунтовых вод под влиянием орошения и интенсивного дренирования.

Взаимодействие развивающегося орошения с руслом реки, определяющее изменение ее стока, зависит не только от ее площади и масшта-

ба водозабора на орошение, но и от вида культуры, техники полива, режима орошения, степени и типа дренированности территории, а также совершенства оросительной системы. Каждый из этих элементов существенно влияет на формирование возвратных вод, величину водозабора, минерализацию возврата, а стало быть, на динамику водохозяйственного баланса по стволу реки.

В пределах ВХК наблюдаются крайне осложненные взаимодействия в гидрологической и территориальной части бассейна, особо проявляющиеся при развитии крупномасштабного орошения и при резких изменениях гидрологического цикла вследствие регулирования и управления. Ранее (I6) мы показали взаимодействие основных блоков природной среды между собой, а также выделили основные элементы территориальных и бассейновых циклов и определили основные виды изменений природных условий под влиянием ВХК в зоне орошения. При этом сгруппировали их в три группы: устойчиво-направленных, слабоуправляемых и управляемых и неустойчиво-направленных управляемых.

Управление экосистемами с помощью мелиораций требует многостороннего воздействия на природный ландшафт. При этом необходимо исходить из того, что под их действием изменения природных условий могут происходить как в ограниченном диапазоне, так и в совершенно разнообразном направлении. Первые (как климат, влажность глубинных слоев и т.д.) под влиянием орошения всегда изменяются в одном направлении. Обычно состав мелиоративных мероприятий здесь слабо влияет на диапазон отклонений от направленности процесса. Например при орошении влажность воздуха обязательно увеличивается, а температура обязательно уменьшается, радиационный баланс обязательно увеличивается. В зависимости от характера мероприятий интенсивность и величина этих изменений могут несколько колебаться.

Аналогично изменение влажности зоны аэрации, уменьшение силы ветра. Такие изменения мы относим к устойчиво-направленным, подразделяя их на слабоуправляемые, на изменение которых мало влияет антропогенная деятельность, и управляемые, на которые в значительной степени может влиять интенсивность развития процесса.

Устойчиво-направленные слабоуправляемые изменения можно, пользуясь методикой векторных изображений, отобразить в виде условно детерминированного вектора S

$$\frac{d\vec{S}}{dt} = K_c \cdot f(t) \Big|_{\varphi_1}^{\varphi_2},$$

где K_c - показатель саморегулирования;

$f(t)$ - стабильная функция от времени t в диапазоне действия φ_1 до φ_2.

Для устойчиво-направленных управляемых изменений векторная функция выразится так

$$\frac{d\vec{S}}{d\varphi} = K_c \vec{S} (\varphi - \varphi_{опт}) \frac{d\varphi}{dt} \quad (19)$$

Изменения, происходящие в достаточно широком диапазоне и даже в различных направлениях, мы относим к нестабильным. Их можно уподобить изменяющимся сложным системам, где под влиянием каждого действия может быть одна реакция, но суммарная направленность общих трансформаций зависит от сочетания суммы воздействий, векторная направленность которых может быть совершенно различна. Иными словами, только суммарное сложение единичных векторов необходимой величины и направленности может дать суммарное направление вектора изменений таких природных условий. Мы поэтому относим их к управляемым и на них должно быть направлено основное внимание проектных и освоенческих организаций.

Выражение этих неустойчиво-направленных управляемых изменений в векторном плане может быть представлено следующим образом.

Из множества воздействующих векторов $\in \tilde{\varphi}^i_{1t}$; $\tilde{\varphi}^i_{2t} \dots \tilde{\varphi}^i_{nt}$ выбрать значения φ_{1t} ; φ_{2t} ; $\dots \varphi_{nt}$, соответствующие определенным значениям функционала Φ от j ; i ; L .

$$\sum_{i \in n} \sum_{t \in T} \vec{S} (\tilde{\varphi}_{1t} ; \tilde{\varphi}_{2t} \dots \tilde{\varphi}_{nt}) = \Phi (j ; i ; L) \leq n \Big|^{P_{max}}_{P_{min}} . \quad (20)$$

Исходя из достигнутого уровня познаний и выделенных основных изменяющихся параметров, можно систематизировать указанные изменения следующим образом:

устойчиво-направленные слабоуправляемые изменения - климата, в том числе влажности и температуры воздуха; характера дикой растительности; микроорганизмов; животного мира;

устойчиво-направленные управляемые изменения - силы ветра; микроклимата; стока и режима рек; культурной растительности; непродуктивного испарения; влажности зоны аэрации;

неустойчиво-направленные управляемые изменения - почвенного покрова; уровня, режима и минерализации грунтовых вод; минерализации речной воды; объема и минерализации возвратных вод; водно-физи-

ческих свойств почвогрунтов; запасов солей в зоне аэрации; эрозионных явлений на склонах.

Для определения характера и периода стабилизации всех этих изменений мы проанализировали их по видам и установили, что период стабилизации большинства устойчиво-направленных слабоуправляемых изменений составляет 3-5 лет, устойчиво-направленных управляемых - 5-20 лет, неустойчиво-направленных управляемых - от 5 до 30 лет.

Мы показали, что главным объектом управления являются среди природных элементов неустойчиво-направленные управляемые изменения. Это при правильно выбранных мелиоративных режимах, почвообразующих процессах, инженерных и агротехнических видах воздействия позволяет избежать возникновения отрицательных последствий, отмеченных на рис.6 звездочкой. При этом комплекс мероприятий и управлений не может быть трафаретным или стандартным. Многообразие природных типов позволит лишь сгруппировать их в определенные таксоны, для которых можно рекомендовать тот или иной вид управляющих воздействий и мер.

Мы разработали классификацию орошаемых земель аридной зоны по природным условиям с тем, чтобы наметить целенаправленные меры по созданию благоприятной экологической среды на орошаемых массивах. В качестве основы воспользовались классификацией орошаемых территорий, разработанной Л.В.Дунин-Барковским (14) для пустынной зоны.

Эта классификация учитывает различия в высотных, гидрологических, геоморфологических характеристиках территорий, подразделяя их на горный пояс, пояс предгорных равнин и пустынных изменностей. Л.В.Дунин-Барковский дал в своей классификации и потребности в мелиорации. Однако современный уровень знаний позволяет расширить и детализировать рекомендации по мелиорации, поэтому мы принимаем от этой классификации только ее геоморфологические и гидрологические характеристики. Гидрогеологические особенности массивов орошения нами дополнены рядом групп и типов по Д.М.Кацу (24), а также по работе В.А.Ковды, В.В.Егорова, Н.Г.Минашиной (22), неучтенных указанной классификацией.

Каждому из геоморфологических и гидрогеологических типов ландшафта и их характерным особенностям подобраны на основе систематизации классы почв до орошения и возможная направленность развития почвообразовательного процесса по мере орошения. При этом тип почв в силу их генетики определился гидрологическими и геоморфологическими особенностями ландшафта, а поэтому определенным геоморфолого-

гидрогеологическим разностям соответствуют определенные типы почв.

В соответствии с выбранным типом почвообразовательного процесса и остальными условиями устанавливается направление мелиоративного режима.

Данные табл.16 позволяют для каждого таксона установить вид мелиоративного режима, который необходимо формировать при орошении, и соответствующие инженерные решения в виде антифильтрационных мероприятий, техники полива и других мер.

Однако прежде, чем перейти к рассмотрению их типовых условий, остановимся подробнее на управлении почвенным плодородием как основного фактора мелиорации земель.

Плодородие почв и участие мелиоративных процессов в его повышении

Почвенное плодородие в соответствии с учением В.В.Докучаева, А.Н.Костякова, В.Р.Вильямса, В.А.Ковды определяется возможностью почвы удовлетворять оптимальные условия для растений с точки зрения обеспечения способности получения высоких урожаев. Это качество включает в себя целую совокупность свойств и характеристик почвы: водно-воздушный, минеральный, питательный, температурный режимы, структурные и физико-механические свойства, экологическую насыщенность и интенсивность снабжения и выноса микроэлементов, развитие микроорганизмов и т.д. Исходя из закона оптимума, если представить себе плодородие как многофакторную систему с пересечением кривых нарастания и снижения различных фактических связей, то максимум плодородия достигается в области с максимальным пересечением поверхностей, очерченных этими кривыми. Однако такое представление оптимальных факторов плодородия в их суммарном выражении не позволяет управлять получением максимально-возможного урожая вследствие динамизма их роли в его формировании.

Биологический потенциал плодородия определяется характеристиками растения, сорта и степенью удовлетворения его материальных и энергетических потребностей, по определению В.В.Егорова (21). Действительно, питание (N, P, K, гумус, микроэлементы) должно постоянно в дифференцированном количестве, строго нужном по режиму его переработки растением, обеспечивать продуцирование с помощью фотосинтеза. Однако все это возможно лишь под действием определенных затрат энер-

гии, получаемой почвой и растением от солнечной радиации. Она превращается в энергетический потенциал лишь при определенном наличии влаги, так как известно, по В.Р.Волобуеву, что энергия почвы Q_s

$$S = R_Q^{-0,47\frac{1}{K_n}}, \qquad (21)$$

где R - радиационный баланс; K_n - коэффициент увлажнения.

Одновременно этот энергетический потенциал определяет развитие биоты, скорость движения влаги в растении и почве, углеродно-кислородный обмен, а отсюда поступление питательных веществ, превращение удобрений в доступную форму для растений. Вода играет при этом не менее важную роль, так как переводит все вещества в растворимую форму, участвует в фотосинтезе, регулирует температуру растений и т.д.

Но плодородие характеризуется не только биологическими, энергетическими и материальными потенциалами, но и способностью почвы поддерживать стабильность требований растений во времени и по площади. Эта способность зависит от того, насколько почва одновременно может выполнять самые различные функции. Во-первых, она должна быть демпфером, сглаживающим благодаря своим свойствам буферности, инертности, резкие изменения и колебания внешней среды, например, температуры, содержания и минерализации влаги и т.д. Во-вторых, почва должна быть фильтром, сквозь который процеживаются все поступающие внешние воздействия - радиация, материальные вещества, влага, прежде чем попасть к растению. В-третьих, почва позволяет растениям и самой себе постепенно расходовать из своих запасов влагу, тепло, питательные вещества длительный период между их поступлением извне независимо от колебаний этого поступления. Далее почва должна перерабатывать тепловую энергию солнца в кинематическую энергию движения растворов, в живую энергию роста клеток.

Наконец, почва снабжает растения пищей и одновременно поддерживает биоту, саму по себе являющуюся производителем этой пищи. Все эти функции выполняются в зависимости от того, каков у почвы мехсостав, структура, каковы ее агрохимические и агрофизические свойства, содержание солей, гумуса и т.д.

Естественно, что для каждой культуры и различных почв эти особенности варьируют. Тем не менее есть и общие свойства. Например, плотность почвы составляет 1,0-1,2 г/см^3, оптимум структуры определяется по наличию водопрочных агрегатов диаметром более 0,25 мм.

Естественно, что плодородие почв, кроме этих свойств, определяется и внешними факторами и возможностью человека использовать все

сочетания природного потенциала почв. Действительно, климатические особенности каждой местности, средства их исправления теми или иными искусственными приемами (орошение, осушение, утепление, защита от ветров и т.д.), технологические приемы по созданию оптимальных условий, арсеналы сортов и растений, в той или иной степени использующих свойства почвы, наконец, организаторская работа - все это определяет фактическую продуктивность земель. Современные представления о создании и поддержании плодородия и о программировании урожая исходят из возможности и необходимости управлять основными факторами плодородия земель.

При всей сложности управления и многочисленности воздействующих факторов, которые следует учитывать, современное сельское хозяйство имеет возможность в значительной степени управлять большинством из них. В первую очередь, это относится к уже упомянутым наборам сортов, видов сельхозкультур, к средствам и технологическим процессам возделывания сельхозкультур. Мелиоративное земледелие позволяет, кроме того, управлять с помощью дренажа и орошения водно-воздушным и в некоторой степени тепловым режимами приземного слоя и почвогрунтов.

Мелиорация земель открывает огромное поле деятельности для управления земледелием с позиций природопользования, создавая долговременное плодородие почв. Потенциальная продуктивность экосистем, определяемая как скорость усвоения лучистой энергии солнца продуцентами (растениями) в процессе фотосинтеза и гемосинтеза, приводящая к накоплению органического вещества, очень редко используется в значительной мере в естественных экосистемах вследствие недостатка увлажняемости, низкого плодородия почв, снижая её вследствие засоления, заболачивания и других факторов. Ю.Одум (40) указывает, что при среднем поступлении лучистой энергии в мире в I,I0 ккал/м^2 в год дождевой лес в тропиках использует 4,5% - 45,I0^{3}ккал/м^2 в год, поле люцерны 2,4%-24,4$\cdot$I0^3, а в прочих естественных условиях и того меньше.

Человек, создавая так называемые субсидируемые экосистемы с помощью мелиораций, может увеличить скорость фотосинтеза, повысить плодородие земель, создать благоприятные условия для водно-воздушного и водно-солевого режимов почв, улучшить их физические и другие свойства.

В соответствии с имеющимися теоретическими положениями (рис.7) мы приняли следующие основные уровни продуктивности земель:

ПУ-потенциальный урожай - долговременные показатели зонального и почвенного плодородия;

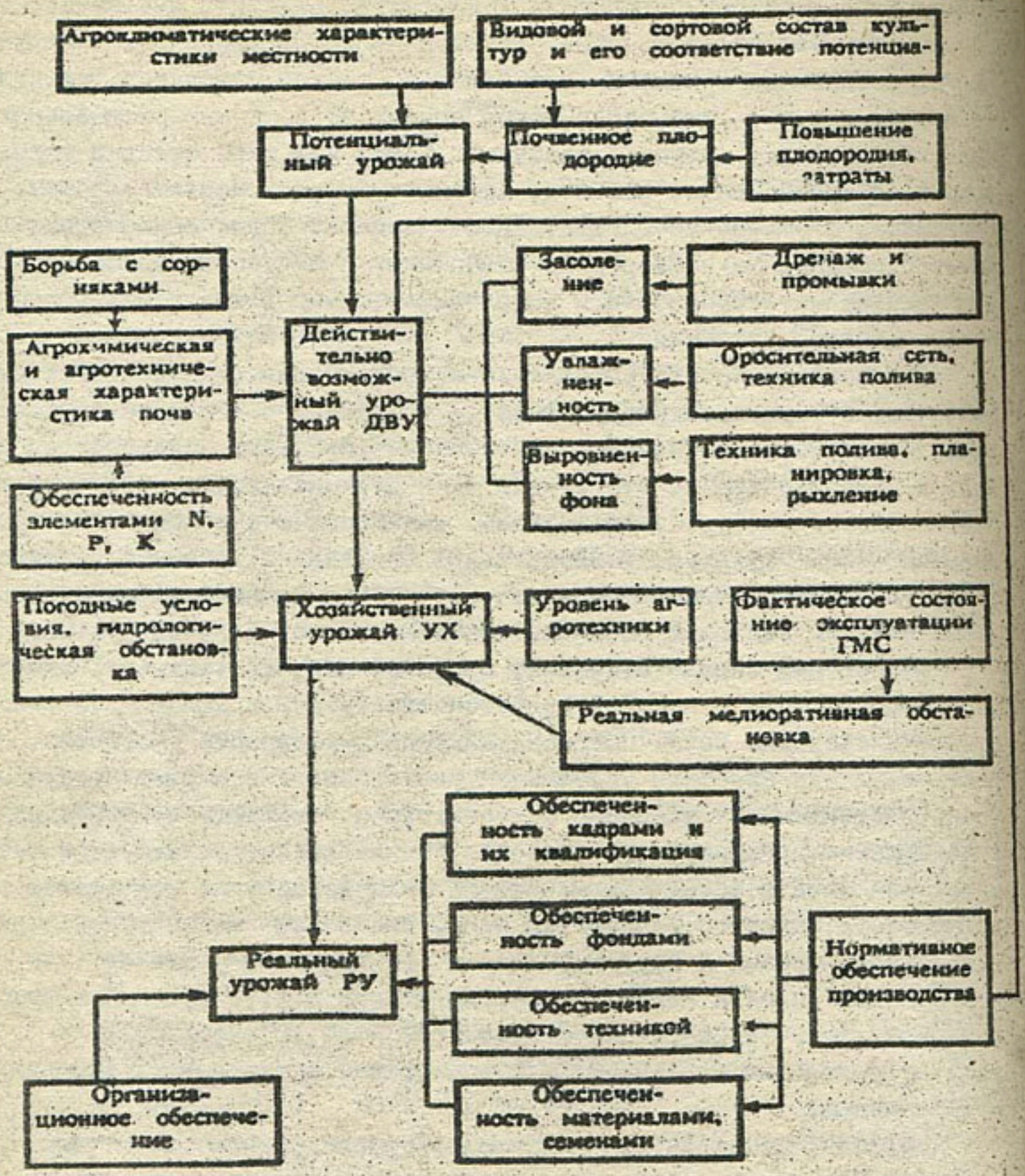


Рис. 7. Факторы и связи продуктивности в орошаемом земледелии

ДВУ - оценка максимально-возможной технической урожайности в условиях данного климатического года;

УХ - оценка возможного урожая в хозяйстве, складывающегося под воздействием реальных условий прохождения отдельных фаз развития растений в данном году;

РУ - оценка реального урожая с учетом всех технологических и управленческих воздействий, фактически проведенных в текущем году работ и имеющихся отклонений от оптимума. Задача программирования урожая может быть сведена к

$$РУ_{lim} \rightarrow УХ_{lim} \rightarrow ДВУ_{lim} \rightarrow ПУ \qquad (22)$$

Величину ПУ можно получить с учетом предложения А.А.Нечипоровича с введением в нее поправки на бонитет

$$ПУ = \frac{\Sigma Q}{q} \eta_ф f_1(Б) K_к , \qquad (23)$$

где ΣQ - суммарный приход ФАР за вегетацию, ккал/см^2 (для Средней Азии-50-80);

q - калорийность фотомассы данной культуры (4-4,5 ккал/г);

$\eta_ф$ - КПД фотосинтеза данного сорта (I-5%);

$K_к$ - коэффициент перехода от фитомассы к урожаю;

f_1(Б) - функция, учитывающая влияние долговременных показателей бонитета на продуктивность.

В последнюю величину включаются наличие гумуса, развитие микроорганизмов, мехсостав, структура, т.е. те показатели активного и инертного состояния почв, которые определяют механизм воздействия почва - растение и могут быть улучшены (или ухудшены) в течение длительного времени.

Так, для повышения гумусности почв требуется интенсивное внесение навоза совместно с ротацией севооборота на основе многолетних трав; улучшение структуры требует также, наряду с внесением навоза, рыхления и пескования, или щелевания, или химмелиорации и т.д.

Отсюда определяется план долговременных мероприятий по повышению ПУ в данном хозяйстве, зоне. Они должны включать меры по повышению бонитета, а также по улучшению сортов культур в данной зоне за счет снижения и для повышения КПД фотосинтеза.

Таким образом, именно ПУ определяет сочетание энергетического (ΣQ), долговременного почвенного f_1(Б), биологического (q и $\eta_ф$)

потенциалов по В.В.Егорову (58). При этом при оценке потенциальной продуктивности земель большое значение играет подбор культур в севообороте, которые позволяют максимально использовать ФАР данной зоны и получать максимально возможную в данных условиях фитомассу.

Известно, что каждый килограмм сухой органической массы в среднем аккумулирует 4000 ккал (клевер, люцерна - больше, кукуруза и др. - меньше). Для каждой зоны известна суммарная радиация, а также величина ФАР в процентах от нее. Определенное количество ФАР в каждой фазе развития растения дает определенный прирост фитомассы (именно дифференцированный учет ФАР позволяет уточнить время необходимого оптимума всех условий). Каждый сорт в зависимости от степени удовлетворения различных агрофизических условий потребляет различный процент ФАР - от I до 3%.

Отсюда фотомасса в среднем $ФМ = \frac{\Sigma Q}{q}$. (24)

Таким образом, если ФАР в Средней Азии достигает 8 млрд.ккал на I га (80 ккал/см^2), то при аккумулировании 3% ФАР может быть достигнут урожай сухой массы травы

$$\frac{8 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-2}}{4 \times 10^3} = 600 \text{ ц/га.}$$

Для наиболее полного использования радиации необходимо подбирать растения с наибольшей степенью аккумуляции ФАР (кукуруза, сорго и т.д.), что позволяет получать при всех оптимальных условиях огромные урожаи. При оценке ФАР, видимо, не весь объем, приходящей в течение вегетации радиации, должен учитываться, а лишь оптимально возможный (и необходимый) для потребления растением. В противном случае, то количество тепла, которое, наоборот, вызывает перерасход влаги, излишнюю интенсивность транспирационного механизма или даже угнетение растений, засчитывается как бы в положительное свойство данной местности. А ведь известно, что даже такие теплолюбивые растения, как хлопчатник или виноград, при определенной температуре прекращают свое нормальное развитие.

При оценке возможности получения предельного урожая именно в данном году следует учитывать теплообеспеченность данного года, а также факторы урожайности, которые могут быть значительно изменены в почвенном плодородии за счет определенных профилактических или текущих работ.

текущих работ.

Отнесем к ним следующие:

засоленность - регулируется системой текущих (реже капитальных) промывок, изменением режимов и уровней грунтовых вод на фоне инженерного дренажа;

засоренность - изменяется разными мероприятиями по уничтожению многолетних и однолетних сорняков;

степень ровности фона, который зависит как от первичной однородности (наличие пятнистости, микрорельефа), так и от степени работоспособности оросительной сети

$$ДВУ = ПУ \cdot K_c \cdot K_{сор} \cdot K_ф \cdot \frac{\Sigma Q_ф}{\Sigma Q_н} , \qquad (25)$$

где K_c - коэффициент влияния засоленности на урожай;

$K_{сор}$ - коэффициент влияния засоренности на урожай;

$K_ф$ - коэффициент ровности фона;

$Q_ф$ и $Q_н$ - фактическая и среднемноголетняя ФАР.

Методической основой оценки указанных коэффициентов в пределах от 0 до I должны быть соответствующие обобщения имеющихся литературных данных или специально поставленных опытов.

Последний показатель этой формулы показывает обеспеченность продуктивности данной культуры ФАР в реальном году $\Sigma Q_ф$ по отношению к среднемноголетнему году $\Sigma Q_н$. При $Q_ф > Q_н$ отношение следует принимать, видимо, за единицу.

Изменчивость природных и организационных условий в каждом году (первых - вследствие вероятностного характера климатических и гидрологических факторов данного периода, вторых - вследствие различных факторов материального снабжения сельского хозяйства, в первую очередь, минеральными удобрениями, техникой и т.д.) создает необходимость оценки как бы максимально возможного в конкретных условиях года урожая при отличной работе всего коллектива хозяйства, отделения, бригады в соответствии с технологическими картами и нормативами проведения работ.

Главное состоит в оптимальном в данных условиях прохождении фаз развития растений и соблюдении ими контрольных параметров конца каждой фазы, равно как и срока фаз.

Для каждой фазы должны быть установлены:

оптимальные условия ее прохождения по увлажненности, темпера-

туре, минеральному питанию;

продолжительность в сутках и влияние на нее отклонений от оптимума;

конечные показатели предельно-допустимого выхода каждой фазы, вызывающие изменения конечного урожая и т.д.;

влияние отклонений в прохождении каждой фазы на общую продолжительность вегетации и конечные показатели.

Большей частью этого этапа является установление технологических последовательностей выполнения различных мелиоративных мероприятий и агротехнических приемов для обеспечения нормального развития растений и недопущения потери урожая. Это возможно установить на основе составления технологической карты, привязанной к определенным климатическим условиям в виде скользящего сетевого графика процесса. Учитывая, что погодные условия являются вероятностным процессом, одновременно должны быть определены с различной расчетной обеспеченностью возможные отклонения от среднего диапазона основных агрометеорологических показателей. Исходя из этих возможных отклонений дифференцированы агротехнические мероприятия с соответствующим учетом в вариантном графике всего процесса сельхозпроизводства до конца вегетации.

Устанавливаются мощности парка техники, рабочих органов и других механизмов, объем удобрений, которые позволили бы скомпенсировать возможные отклонения климатических, и погодных условий и как бы догнать отставание технологического процесса или осуществить заранее их опережение при отклонении от оптимума и обеспечить возможность покрытия этой потребности. При невозможности скомпенсировать отклонения следует выработать такие технологические (или оперативные) воздействия, которые позволят получить минимальные потери урожая при ограниченных ресурсах.

Такие подходы к плодородию земель позволяют выделить роль мелиоративных факторов и одновременно определить возможность управления уровнями продуктивности при мелиорации земель.

Методика программирования урожая позволяет установить потенциальную продуктивность воды и сравнить ее с реальной. По (I7) продуктивность воды в денежном выражении будет равна

$$\frac{\Delta П}{W} = \frac{\frac{\Sigma Q}{q}\left[\eta\Phi_{op}\cdot f_1(Б)_{op} - \eta\Phi_{б}\cdot f_1(Б)_{б}\right]\cdot K_к \cdot Ц_j}{\frac{Q_{рн}}{\eta_c}}, \qquad (26)$$

где все величины с индексом ор означают показатели при орошении,

а с индексом б – на богаре.

Так, для условий сероземов Сурхандарьи, например, $Б_{ор}$ и $Б_{б}$ соответственно равны 85 и 15, $\eta_{фор}$ и $\eta_{фб}$ 0,04 и 0,01. Это при средней цене хлопка-сырца для области 1600 руб./т, оросительной норме $Q_{рн}$ = 10300 и $\eta_{т}$ = 0,8 дает достижимую продуктивность воды в 405 руб. на 1000 м^3 брутто водозабора по ведущей культуре, или 302 руб. по севообороту против 200-210 руб. фактически.

Таким образом, доведение до нормативного уровня оросительных систем по КПД и мелиоративному режиму позволит увеличить продуктивность воды в Сурхандарьинской области в хлопковом севообороте в 1,5 раза.

Предполагаемый подход к оценке изменения продуктивности земель в результате мелиорации позволит не только дифференцировать мелиоративные приемы в зависимости от потенциального прироста продуктивности земель, но четко и постоянно оценивать фактическое плодородие почв, планировать и осуществлять меры по его повышению и поддержанию.

Первоначально определяются бонитет и возможность его повышения на основе долговременно изменяющихся показателей, в первую очередь, мехсостава, мощности мелкозема, степени эрозионной подвижности, структуры, запасов гумуса и т.д. (рис.8).

рис.8

Определяющим свойством почв является мехсостав. Если в естественном сложении мехсостав не укладывается в оптимальную область, следует предусматривать мероприятия по доведению почв до ее границ. Для аридной зоны, по Л.П.Розову, В.А.Ковде и нашему обобщению, эта область может быть приближенно охарактеризована в диапазоне d_{50} = 0,1-0,007 мм при d_{60}/d_{10} - 7-30, хотя и должна быть уточнена в каждом случае.

При близком залегании глеевых, гипсовых и других труднопроницаемых горизонтов необходимо увеличить величину активной корнеобитаемой зоны до 1 м, так как в противном случае развитие и устойчивость культурных растений сдерживаются. Это достигается глубоким рыхлением или специальной пахотой (если эти горизонты залегают до 60 см) или даже искусственным созданием горизонта. В условиях Хорезмского оазиса, например, была необходимость при освоении внутриконтурных перелогов с помощью траншейных экскаваторов поднимать легкие грунты (супеси, пески) с глубины 1,5 м, менять их частично местами с озерными глеевыми отложениями, а частично смешивать.

Важнейшим свойством является структура – агрегатный состав почвы.

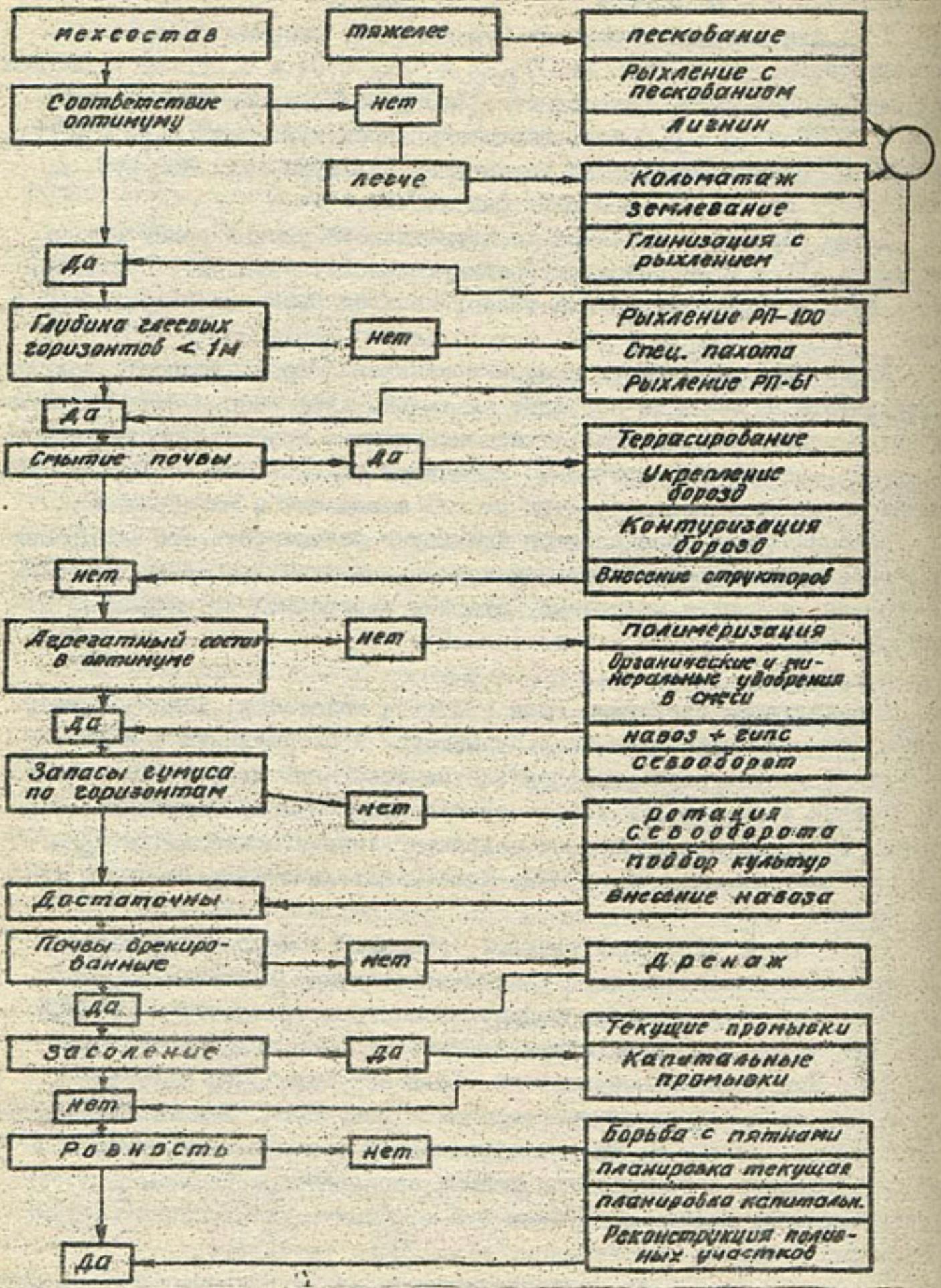


Рис. 8. БЛОК-СХЕМА ПЛАНА ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЗЕМЕЛЬ С ПОМОЩЬЮ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Оптимум его в аридной зоне, по Ю.Гельцеру, В.А.Ковде, И.Б.Ревуту, П.А.Летунову, лежит при среднем диаметре агрегатов d_{50} = 2 - 0,5 мм. Это совпадает с рекомендациями С.И.Долгова, по которому отличная структура характеризуется наличием агрегатов более 0,25 мм в количестве 80%, хорошая - 60-80%, удовлетворительная - 40-60%, неудовлетворительная - 20-40%, плохая ≤ 20%. При этом, по Ф.И.Левину, достигается содержание воздуха более I0-I2% в порах и НВ на уровне 25-40%, что определяет высокую водоудерживающую и окислительную способность почв.

Улучшение агрегатного состава достигается наряду с улучшением мехсостава внесением полимерных композиций (К-4, К-9, акриламидов), гипса и других дифференцированных средств для различных почв.

Наконец, деятельность микроорганизмов и плодородие почв определяют требования к сохранению (или нет) плодородного слоя, а отсюда и к возможности планировки. Природа плодородия одновременно выдвигает требования и к мелиоративному режиму. У почв, сформировавших свое высокое плодородие вследствие высокой грунтовой увлажненности, необходимо поддерживать полугидроморфный режим с целью сохранения гумусности, запасов питательных веществ, структуры. Наоборот, серозёмы, сформировавшиеся в автоморфных условиях, необходимо поддерживать либо в полуавтоморфном, либо в автоморфном режиме без допущения интенсивной инфильтрации с соответствующей техникой полива (капельное, струйчатое, регулируемое, бороздковое). Для этих и других типов грунтов выбор непосредственных параметров мелиоративного режима должен быть сделан на основе принципов оптимизации.

Предложенная схема выбора методов повышения плодородия орошаемых земель позволяет планировать перечень мелиоративных мероприятий, повышающих ДВУ с целью их приближения к уровню потенциального урожая ПУ и одновременно определить целесообразность и допустимость этих затрат с точки зрения их соответствия приросту продуктивности.

Стабилизация природных процессов и циклов в бассейне в условиях динамического изменения ВХК

Управление природными процессами, которые стимулируют развитие ВХК, находящегося в постоянной динамике, должно основываться на тех

общих закономерностях в естественных биогеохимических территориальных циклах, которые характерны для всех видов ландшафтов, и учитывать те особенности, которые специфичны для каждого отдельного таксона. Подходы к установлению общих закономерностей гидрологических, гидрогеологических и гидрохимических процессов систематизированы нами на основе применения балансовых методов и методов конечных разностей, а дифференциация условий на базе ландшафтного метода исходит из классификации орошаемых земель, приведенной в таб.16. При этом нетрудно заметить, что в пределах ландшафтов горной зоны мы будем иметь наименее подверженные антропогенным воздействиям автономные экосистемы, по В.К.Федорову и Т.Г.Гильманову (55), в предгорных равнинах - транзитные и частично аккумулятивные системы, а в пустынных низменностях, в основном, аккумулятивные и реже транзитные экосистемы с наиболее сложными условиями их стабилизации. При этой схеме взаимодействие вод территориальных и гидрологических циклов под влиянием орошения рассматривается здесь на основе рис.

До орошения любого массива приток (или отток) с прилегающей водосборной (подкомандной) площади определяется соотношением между УГВ и уровнем воды в реке. Колебания этих уровней под влиянием осадков и испарения в сезонном и годовом разрезах определяли изменения подрусловой приточности как части возвратных вод (или потерь стока), поступающих (оттекающих) в реку ($\pm$ Пр) (рис.9). При подаче воды на орошение массива объем водозабора $W_{оз}$ затрачивается не только непосредственно на суммарное водопотребление, но и на изменение запасов влаги в зоне аэрации, на создание промывного режима орошения и произвольно на подъем уровня грунтовых вод. При этом непродуктивные затраты водозабора на промывку и на подъем УГВ зависят от технических характеристик оросительных систем. Исходя из КПД системы, КПД техники полива и показателя мелиоративного режима (как основных индикаторов соответствия уровня орошения критериальному или оптимальному) определяется не только суммарный водозабор, но и достигается минимальное взаимодействие между территориальными и бассейновыми гидрологическими циклами и одновременно минимальное экологическое воздействие на окружающую среду. Надо иметь в виду, что увеличение Ор сверх этого оптимального объема приводит к интенсификации гидрологического территориального цикла, росту объема и загрязнения возвратных вод, образованию коллекторно-дренажного стока (Д+С). Задача состоит в том чтобы довести (Д+С) до минимума, при котором достигается отсутствие

соленакопления в зоне аэрации орошаемых массивов.

Для этого пространственное взаимодействие в территориальном цикле должно основываться на строго регулируемой подаче, ориентирующейся на экологические и, особо, почвенные требования каждого таксона.

Для ландшафтов горной зоны, для которой специфичен автоморфный мелиоративный режим и соответствующий режим почвообразования, необходимо с помощью техники полива и подбора культур поддержать автономной экологический цикл с минимальным влиянием на нижерасположенные ландшафты. При этом выращивание садов и виноградников, картофеля и маловодоемких овощей на таких массивах требует минимального количества воды, а применение капельного и внутрипочвенного орошения, местами мелкодисперсного, позволит практически свести к нулю инфильтрационное питание в результате орошения, а стало быть и пополнение грунтовых вод и усиление притока на нижерасположенные по гипсометрическим отметкам территории и горизонты. Правда, как было показано нами, некоторый подъем уровня грунтовых вод возможен при этом за счет изменения гидростатического давления и глубокого испарения, но это влияние может быть снято разреженной сетью скважин вертикального дренажа.

Однако управление балансом грунтовых вод желательно построить так, чтобы то количество воды, которое до орошения попадало в грунтовые воды от осадков, оставалось неизменным. В целом же увлажнение почвогрунтов здесь должно носить подвешенный характер равновесной влаги в определенном контуре корнеобитаемой зоны при почти нулевом водообмене на его границе ($\pm g = 0$). В этом случае будет достигнут и минимум водоотбора и минимум влияния. Покажем это на примере водного баланса массива капельного орошения виноградников в опытном хозяйстве САНИИРИ в Зааминском районе Джизакской области (рис.10).

Водоподача осуществляется трубками с практически нулевыми потерями на фильтрацию. Увлажнение проводится из системы КО (капельное орошение) с КПД техники полива $\eta_{тп} = 0,9$. В табл.17 приведены изменения при этом элементов водного баланса орошаемой территории. Как видно, здесь суммарная водоподача увеличилась по сравнению с естественной менее чем в 2 раза, и почти вся поданная влага ушла на безвозвратное водопотребление растений и поля. Ни увеличения инфильтрации, ни склонового стока не произошло. В результате влияния на отбор из

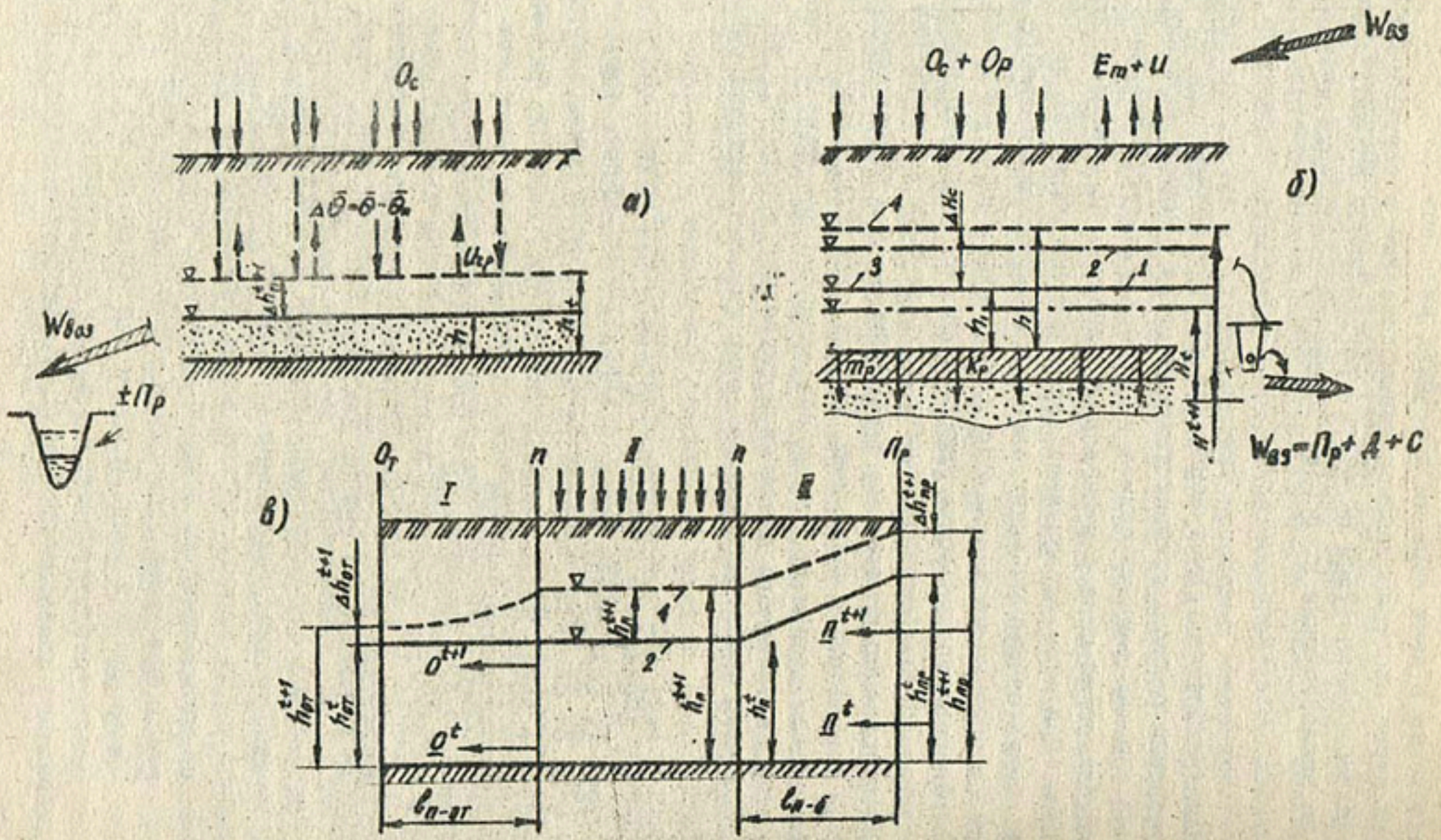


Рис. 9. Схемы взаимодействия вод: а) до орошения; б) при орошении; I – УГВ до орошения; 2 – УГВ при орошении; 3 – линия пьезометрического напора до орошения; 4 – то же при орошении

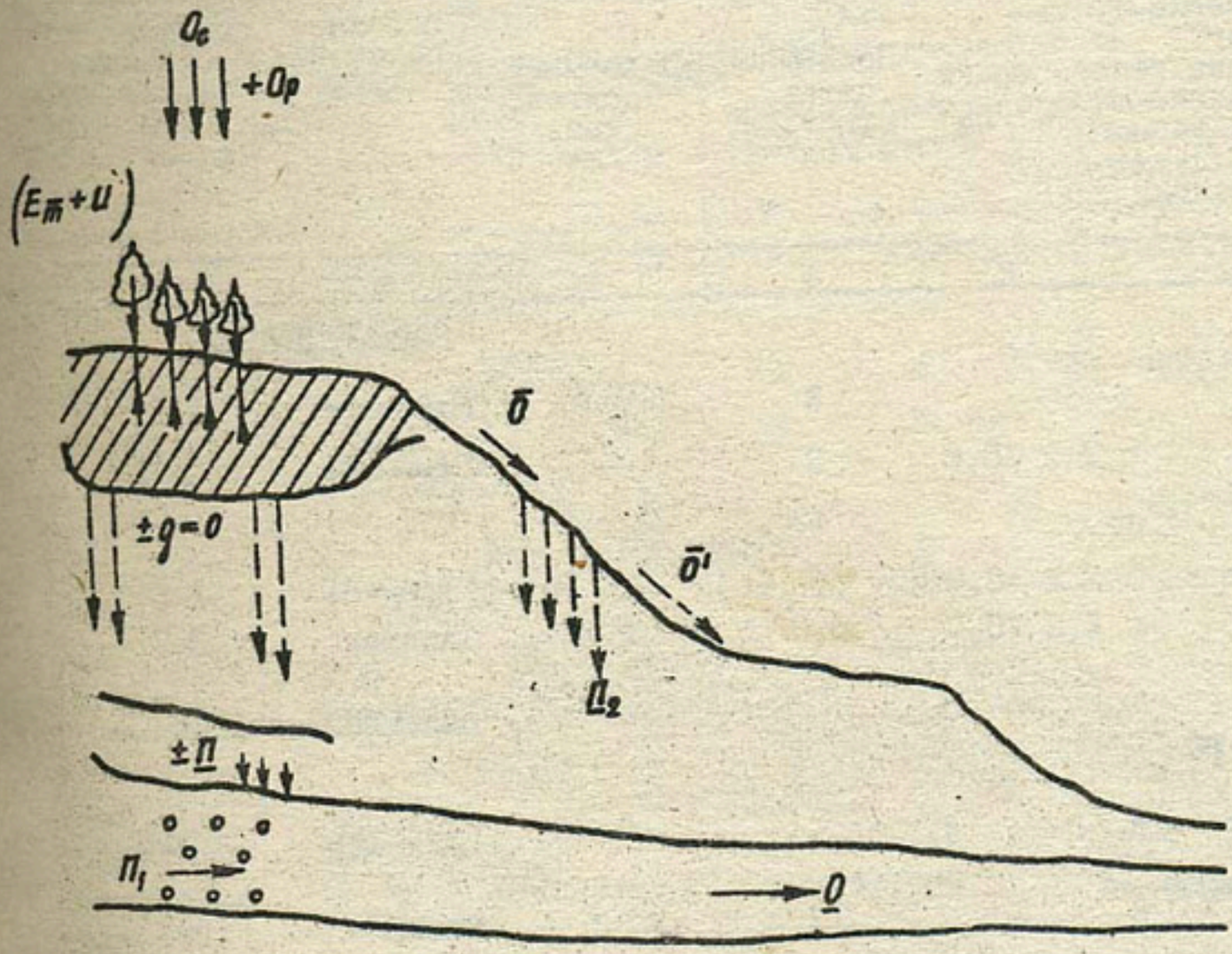


Рис. 10. СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНОГО БАЛАНСА ГОРНОЙ ЗОНЫ

Таблица 16

Классификация земель аридной зоны по геоморфологическим, почвенным, гидрологическим и инженерно-мелиоративным признакам и направление неустойчиво направленных управляемых изменений

Характеристика и свойства геоморфологической зоны по Л.В.Дунин-Барковскому		Осадки, м³/га	Подземный отток, тыс. м³/га	Подземный приток, тыс. м³/га	Исходное положение УГВ	Время стабилизации УГВ, лет
1		2	3	4	5	6
					Горный пояс I	
Конусы выноса	а	-	3	-	Глубокое	2-5
Склоны	б	2,2 -6,0	3	-	Глубокое	3-10
Речные террасы						
высокие	в	2,2--6,0	3	-	Глубокое	2-5
низкие	г	2,2 -6,0	0,6	2-4	Близкое	3-7
					Пригорные равнины II	
Конусы выноса						
вершина	а	-	3	-	Глубокое	7-25
зона выклинивания	б	-	0,5	I-5	Близкое	3-7
периферия	в	2,0 -5,0	0,5-I,5	0-5	Различное	5-10
Речные террасы						
высокие	г	2,0 -5,0	3	-	Глубокое	2-5
низкие	д	2,0 -5,0	0,5	0-4	Различное	3-7
Волнистые плато						
склоны	е	2,0 -5,0	I,5-3	-	Глубокое	2-5
межадырные впадины	ж	2,0 -5,0	0,5	I-5	Близкое	7-5
водораздельные массивы	в	2,0-5,0	I,5-3	-	То же	5-10

Продолжение табл. I6

Минерализация грунтовых вод				Исходное засоление	Мелиоративный режим		Продолжительность почвообразовательного процесса, лет	Стабилизация просадок, лет
исходная, г/л	изменение при орошении без дренирования	изменение при орошении и дренировании	время стабилизации, лет		исходный	предлагаемый		
7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5
3	-	-	3-5	-	а	а	7 20	3-3
3	-	-	I0	-	а	а, па	7-I0	нет
3	-	-	3-5	-	а	а	7-I0	нет
3	-	-	5-I0	-	г, пг	пг	7-I0	нет
3	-	-	I0-30	-	а	па	9 I2-I5	нет
3-5	Увеличение	Уменьшение	7-20	+	г, пг	па	7-I2	нет
5	То же	То же	I0-25	+	пг, па	па	I0-I2 I5-20	нет
3	-	-	3-7	-	а	а	-	5-I2
3-5	Увеличение	Уменьшение	5-I0	-	па, пг	пг	7-I2 I5-20	нет
3-7	То же	То же	3-7	-	а	а	-	5-I0
3-5	-"-	-"-	7-I5	+	пг	па	I0-I2 I5-25	нет
2-7	-"-	-"-	I0-20	+	пг,па	па	I0-I2 I5-25	нет

Окончание табл.16

1	2	3	4	5	6
				Пустынные низменности	
Приморские древние	еI	0,5-2,5	0,5-1,5	0-3	Глубокое	5-15
Современные	е2	0,5-2,5	5	0-5	Близкое	7-15
Сухие и субаэральные						
верхние	бI	0,5-2,5	0,5-3	0-2	Глубокое	5-20
средняя и нижняя части	б2	-	0,5	2-5	Близкое	3-7
				Аллювиальные равнины		
Верхние	вI	-	3	-	Глубокое	5-20
Нижние и средние	в2	I-3	0,5-3	0-I	Различное	5-I0
Широкие и слабодренированные	г	I-3	I,5	0,5-3	То же	-
То же абсолютно недренированные	д	I-3	-	2-5	Близкое	7-20
				Речные террасы		
Денудационные, аккумулятивные	е	-	0,5	I-5	Близкое	-
Высокие	ж	-	2	-	Глубокое	5-I0
Низкие слабонапорные	з	-	0,5-I,5	I-3	Различное	3-5
Низкие напорные	и	-	0,5	2-5	Близкое	3-5

х - Плюс (+) означает наличие; минус (-) - лет;

хх - числитель - при сохранении класса почв; знаменатель - при изменении;

ххх - режимы: а - автоморфный; па - полуавтоморфный;
г - гидроморфный; пг - полугидроморфный.

7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5
5	Увели-чение	Умень-шение	I0-20	+	па, а	па	9-I5 I8-25	
7	Увели-чение	Умень-шение	I0-20	+	пг, г	па	9-I5 I8-25	
3-7	То же	То же	I0-25	-	а	па	I0-I4 I2-25	3-5
5	-"-	-"-	3-I5	-	па	па	I0-I4 I2-25	-
3-5	-	-	5-I5	-	а	па	7-I8 I0-25	-
5	Увели-чение	Умень-шение	I0-25	+-	пг,па	па	7-I8 I0-25	7-20
I0	То же	То же	I0-25	+	а,па	па	7-I8 I0-25	-
I0	-	-	I0-25	+	пг,па	па	7-I8 I0-25	-
I0	-	-	I0-25	-	па,пг	па	7-I8 I0-25	-
3	-	-	5-I5	-	а;па	а	7-I4	-
3-5	Увели-чение	Умень-шение	3-I0	+-	пг	пг	7-I4	-
5	То же	То же	3-I0	+-	пг	пг	7-I4	-

реки минимально, никаких эрозийных или инфильтрационных явлений здесь не наблюдается. Это могло бы вызвать перенос питательных веществ, вынос гербицидов или загрязнение и подтопление нижележащих земель. При этом максимально сохраняется и минеральный и другие виды естественных циклов, на них накладываются лишь кумулятивные процессы растениеводства, которые способствуют увеличению потенциала плодородия и в некоторой степени накоплению токсичных веществ (пестицидов, гербицидов), но в значительно меньшей дозе, чем при других способах полива и других культурах.

Совершенно по-другому формируется влияние орошения при недопустимом для таких условий поверхностном управляемом поливе по бороздам. В качестве примера неприемлемого формирования территориального цикла высоких долин может служить орошение Арсифского, Аштского и ряда других массивов в Ферганской долине. Паркентского массива в Ташкентской области и т.д. Здесь посевы хлопчатника, лука и других влаголюбивых культур проводились на исключительно проницаемых лессовых и гравелисто-мелкоземистых почвах высоких долин с применением старой техники малоуправляемого бороздкового полива. Оросительная сеть лишь частично облицована, ее КПД составил 0,8. В результате интенсивной фильтрации как самих орошаемых земель, так и со скатывающегося сбросного стока инфильтрация вглубь увеличилась в 7 раз, частично увеличивая увлажненность всего массива и приводя к посадкам, а частично усиливая формирующийся приток в грунтовые воды. Как следствие, отток грунтовых вод от массива увеличился более чем в 5 раз и вызвал усиленный подъем грунтовых вод на нижерасположенных массивах.

Так, на территории Кувинского района Ферганской области до освоения вышерасположенных земель, прекрасно дренированных вертикальным дренажем с дренажным модулем 0,3 л/сек/га, началось заболачивание в связи с тем, что подземный приток на территории массива достиг модуля I л/сек/га. Параллельно, с увеличением инфильтрационной составляющей водного цикла возросло в несколько раз вовлечение в оборот минеральных веществ - солей, пестенцидов, что привело и к засолению земель. Пришлось дополнительно построить густой закрытый дренаж с интенсивностью более 3 тыс.руб./га. Более того, объем вовлечения воды в круговорот превысил естественный в 7 раз, наряду с инфильтрацией наблюдаются сбросы и эрозионные процессы.

Такой подход к орошению принес крайне незначительный прирост

продукции (500-700 руб./га) при суммарных совокупных затратах более I2 тыс.руб. на гектар без учета стоимости воды, а с ней - свыше I6 тыс.руб. Понятно, что для нынешних условий намного целесообразней было бы строить может быть и более капиталоемкую в начале совершенную сеть, как в совхозе им.Пославского (≈ I3 тыс.руб./га), но с продуктивностью более 3 тыс.руб./га и с минимальным экологическим ущербом.

Рассмотрим аналогично аллювиальные долины на примере Голодной степи, ее части, именуемой Джизакской степью. С точки зрения проведенной нами экологической систематики и до орошения здесь имели место транзитные (в конусах выноса) и аккумулятивные (на периферии конусов выноса) экосистемы. Они вызвали опресненные автоморфные профили в первой части и интенсивное соленакопление, сложные грунтово-почвенные условия - во второй.

При искусственном орошении, естественно, имевшаяся величина подземного оттока в конусе выноса полностью не могла обеспечить достаточную дренированность земель, поэтому и здесь необходим слабый дренаж. В зоне периферии конуса выноса здесь же, где и без орошения шли аккумулятивные процессы, интенсивность дренирования должна быть вдвое больше. Имея КПД систем на уровне 0,82 и КПД техники полива 0,75 на фоне глубокого дренажа, мы обеспечиваем достаточное увлажнение при суммарных затратах воды, включая осадки лишь на I7-35% больше оросительной водоподачи. За счет этого, во-первых, влагообмен зоны аэрации с грунтовыми водами минимален и в сумме равен нулю, превышая по абсолютной величине I5%. Во-вторых, сводится к минимуму дренажный сток, влияющий на минерализацию речной воды и загрязнение. В то же время характерно, что при пониженном КПД η_c - 0,65 на хорошо искусственно дренированных землях старой зоны Голодной степи, где поддерживается почти такой же полуавтоморфный мелиоративный режим, дренажный модуль почти в 5 раз выше, чем на аналогичных землях конуса выноса Джизакской степи. Это, естественно, усиливает в несколько раз отрицательное экологическое влияние на речную воду и окружающую среду. Здесь совершенствование оросительной системы должно проходить по линии уменьшения суммарных непродуктивных затрат стока путем повышения КПД системы и техники полива, уменьшения соответственно дренажного стока и суммарных затрат воды, а также одновременно влагообмена зоны аэрации и грунтовых вод, доведя его в принципе

Таблица I7

Сопоставление баланса воды орошаемых массивов в различных ландшафтах при различных подходах к природным циклам

Пояс	Зона	Осадки: всего Oc	Осадки: в т.ч. полезно используемые $\frac{Oc}{(1-\alpha)}$	Оросительная норма нетто, $Op_н$	Потери в поле: всего $\frac{O}{(1-\eta_u)d}$	Потери в поле: в т.ч. полезные $\frac{O}{(1-\eta_u)d}$	Π	Суммарное испарение (E_m+U)	Испарение из грунтовых в (E_u+U)
Горный пояс	Заамин КО виноград	3700	а.2800	-	-	-	900	2200	-
			б.3I00	2700	270	270	870	5000	-
	Арсифский массив	2900	а.2000	-	-	-	900	I550	-
	БО, хлопок, лук		б.2300	I4000	7200	4000	4650	6500	-
	Новая зона Голодной степи конус выноса	2460	I860	7I64	I730	830	I440	9450	I200
	То же, периферия конуса выноса		I600	8240	I960	I200	2000	9600	I750
	Старая зона Голодной степи	2230	I900	8830	2940	I960	-	9300	I640

Примечание: а. - до орошения; б. - в процессе орошения;
ж - сумма элементов водного баланса поля, в знаменателе с учетом потерь из каналов (3500 м³/га)

$\pm q$	наименование запасов воды $\pm \Delta\theta$	0	$П$	$0-П_2$	$П_1$	$П_2$	Потери из сети $Q\frac{1-\eta}{\eta}$	Дренажный сток $Д$	$\Sigma+$	$\Sigma-$
-	+600	II00	-	-	200	-	-		3900	
-	+600	I070	-	-	200	-	-		660	
	450	I200	-	-	300	-	-		3200	
	2800	6200	-	I700	300	I500	3500		I7200* 20700	I7200*
I00	-	880	-	-	-	-	I430	I040	II054	II370
I230	-	-	-	880	-		I390	2980	I2970	I2580
650	-	590	-	-	3I0	-	4650	5400	I5920	I5790

до нуля.

По мере постепенного совершенствования систем и высвобождения непродуктивных затрат воды могут наращиваться масштабы орошения в пределах своих территориальных лимитов. На примере сопоставления новой и старой зон Голодной степи видны резервы в пределах 30%, если дренажный сток теряется безвозвратно. Практически резерв роста орошения равен нулю, если возвратные воды сбрасываются в реку и используются вторично. Но в этом случае экологическое равновесие повышается благодаря уменьшению отрицательного воздействия и на речной сток и на грунтовые воды.

В процессе совершенствования оросительных систем аллювиальных долин нужно следить за тем, чтобы темпы снижения удельного водопотребления строго соответствовали возможности уменьшения промывной доли за счет строительства совершенных видов дренажа и повышения КПД систем и техники полива. Кроме того, надо соблюдать постоянно необходимую уменьшающую промывную долю, иначе может произойти интенсификация соленакопления, проявление которой может произойти не сразу, а замедленно, но скачкообразно с учетом буферности почвогрунтов.

Наиболее сложно стабилизировать территориальные природно-антропогенные циклы в нижнем течении в дельтовых зонах, ибо здесь, особенно в многоводных реках, формируются совершенно особые водные режимы территорий. Благодаря обилию воды ранее здесь в качестве основы почвенного плодородия сложились гидроморфные режимы с близким залеганием грунтовых вод, при которых питание растений большей частью осуществляется за счет субирригации, но размер этого питания пополняется фильтрационной и специальной оросительной подачей. Учитывая значительные удельные расходы оросительной воды (28-33 тыс.$м^3$/га), здесь привлекалось с водой значительное количество наносов, нитратов, карбонатов и других питательных веществ. Для поддержания пресной подушки даже при слабоминерализованных грунтовых водах приходилось подавать такое количество воды на эти цели, которое превышает необходимую водоподачу только на орошение в 1,5 раза и более.

Принудительная перестройка гидрологических циклов лишь путем уменьшения подачи воды, без подкрепления этих процессов соответствующей реконструкцией оросительной сети путем повышения ее КПД, внедрения новой техники полива и, главное, снижения уровня грунтовых вод путем строительства совершенных видов дренажа, приводит к резкому ухудшению всех мелиоративных условий, к накоплению солей и к прогрессирующему падению урожайности сельхозкультур. Анализ этих явлений в

дельте на примере Хорезма приведен в табл.15.

В 1976-1980 гг. здесь наблюдался полугидроморяный режим с очень близким уровнем слабоминерализованных грунтовых вод. Дренажный сток был эквивалентен суммарному испарению, хотя и оно само по себе было завышенным. Потери в виду фильтрации из каналов имели положительное значение, так как в целом компенсировали большую подпитку зоны аэрации грунтовыми водами (≈ 50% суммарного испарения) и одновременно способствовали опреснению грунтовых вод, поддержанию их минерализации на уровне 2-2,5 г/л.

Обращает на себя внимание крайняя экологическая нерациональность естественных гидроморфных режимов в таких условиях. Ежегодно выносилось солей с дренажем 40-50 т/га, но запасы их на массиве уменьшались на 22,5 т/га, а из зоны аэрации - на 7,5 т/га. Таким образом, гидроморфный режим постоянно активизировал солеобмен между зоной аэрации и грунтовыми водами, между рекой и территорией.

К 1985 г. удельный водозабор без перестройки мелиоративного режима был сокращен почти на 30% - до 22,6 тыс.$м^3$/га. При этом суммарное водопотребление, уровни грунтовых вод, подпитка из них остались на прежнем уровне, а дренажный сток сократился на 7 тыс.$м^3$/га. В результате сброс солей с дренажом снизился более чем в 2 раза, солеобмен между рекой и оазисом уменьшился до 1,5 т/га, но в зоне аэрации отмечалось соленакопление до 4,5 т/га. Аналогично началось увеличение минерализации грунтовых вод. Если такой же уровень водоподач и грунтовых вод сохранится в будущем, то постепенное увеличение минерализации грунтовых вод приведет уже к соленакоплению в зоне аэрации в 11,7 т/га, хотя общий дренажный сток и вынос солей с орошаемого массива остаются большими.

Если же темпы принудительного снижения водоподачи без комплексной реконструкции достигнут схемного уровня, то интенсивность соленакопления повысится на массиве до 6,6 т/га, а в зоне аэрации - до 18 т/га в среднем по оазису уже к 1995 г. Если учесть, что соленакопление затронет в первую очередь токсичные соли хлора, натрия, то к этому времени большая часть земель Хорезмского оазиса будет иметь запасы токсичных солей в зоне аэрации в 0,4-0,7% по плотному остатку, т.е. почти весь земельный фонд перейдет в категорию сильнозасоленных земель.

В то же время, если бы принудительная перестройка гидрологических циклов сопровождалась комплексной реконструкцией и достижением оптимальных мелиоративных режимов, соленакопление на орошаемом мас-

сиве еще при меньших затратах воды - I2,8 тыс.м^3 на I га - составило бы менее 3 т/га, а в зоне аэрации - менее I т/га. Переход к оптимальному мелиоративному режиму способствовал бы и созданию экологического оптимума территории и низовьев.

Таким образом, снижение удельных расходов воды и управление гидрологическими циклами территорий в низовьях следует производить лишь по мере технического совершенствования систем, подкрепления перестройки природных процессов соответствующим техническим уровнем оросительных систем, который соответствовал бы намеченному мелиоративному режиму. Без такого соответствия и четкого управления процессами природно-антропогенных взаимодействий возможно серьезное нарушение экологии, возникновение необратимых деструктивных процессов в окружающей среде.

В результате создание в условиях орошения экологически устойчивого антропогенно-природного цикла возможно лишь при очень экономном и управляемом водном режиме почвогрунтов, рассчитанном на то, чтобы на реки и грунтовые воды и на нижележащие земли оказывалось минимальное, но стабильное влияние. При нем будут созданы условия для поддержания складывающихся новых экологических процессов и на их основе для стабилизации физических, химических и биологических и даже климатических процессов. Для этого, бесспорно, нужно четкое понимание происходящих процессов, их взаимосвязей между собой и перспективы развития. Особо важно выделить роль воды в экологических процессах, которая может быть сведена к:

возникновению эрозионных процессов при наличии базиса эрозии и возможностей для скоростного размыва (предотвращение размывов достигается с помощью гидротехнических сооружений методом распределения воды до таких скоростей, которые являются неразмываемыми, одновременно создание критического стока и регуляторов для недопущения возникновения больших скоростей даже на непродолжительное время);

переносу загрязнителей, вносимых в виде факторов интенсификации земледелия и находящихся в речных и подземных водах при использовании (это требует минимизации попадания загрязнителей путем снижения взаимообмена между средами);

засолению и заболачиванию.

Предложенные нами методы стабилизации природно-антропогенных циклов апробированы на примере перспективного развития бассейна Сырдарьи. Проведенные А.П.Орловой расчеты по бассейну для основных ВХР по изменению соленакопления в них (табл. I8) и солесодержания в воде

показали, что если существующие тенденции (вариант I) будут продолжаться и дальше, то интенсивный вынос солей из Ферганской долины снизится к 2000 г. вдвое, а к 2015 г. перейдет в соленакопление, в среднем течении и в низовьях будет постоянно идти соленакопление от выноса из верховьев рек. При переходе же на оптимальный мелиоративный режим, как мы предлагали, повсеместно солеобмен массивов орошения с рекой становится отрицательным. Аналогично предотвращается соленакопление и по отдельным ионам, особенно сильно идущее почти повсеместно и нарастающее далее по иону хлора.

Таблица I8

Варианты прогнозов водносолевого баланса орошаемых земель Сырдарьи, млн.т.

Показатель	Водохозяйственный район						
	Верховья Нарына	Ферганская долина	Среднее течение	Чакир	Артур	Низовья	Бассейн Сырдарьи
I	2	3	4	5	6	7	8
			I985 г.				
Площадь орошения, тыс.га	85,9	II24	608	398,8	I68,3	225,9	26I0,4
Водозабор, млрд.м^3/год	0,76	20,6I	7,2I	5,32	2,46	6,5I	42,88
К Д С, млрд. м^3/год	0,3	6,97	2,90	I,50	0,95	2,2I	I4,56
Баланс солей, млн.т	-0,22	-3,23	+0,09	-0,I3	-I,35	+I,40	-3,44
			I вариант 2000 г.				
Площадь орошения, тыс.га	98	I227,3	72I,4	388,9	I88,5	3I0	2934,3
Водозабор, млрд.м^3/год	0,7I	I9,72	8,28	5,32	2,77	6,55	43,35
КДС, млрд.м^3/год	0,30	5,73	2,80	I,55	0,75	2,20	I3,33
Баланс солей, млн.т	-0,09	-I,76	+I,98	-0,09	-0,63	+I,30	+0,69
			I вариант 2015 г.				
Площадь орошения, тыс.га	I02	I4I0	724	390	I93	3I2	3I3I
Водозабор, млрд.м^3/год	0,72	22,03	8,30	4,I2	3,27	6,I3	44,59
КДС млрд.м^3/год	0,3I	4,80	I,90	I,50	0,50	I,50	I6,50
Баланс солей, млн.т	-0,09	+0,I2	+0,72	-0,I5	-0,38	+0,45	+I,44

Окончание табл.18

1	2	3	4	5	6	7	8
			II вариант 2000 г.				
Площадь орошения, тыс.га	98	1227,3	721	388	188,5	310	2934,3
Водозабор, млрд. $м^3$/год	0,71	14,48	7,64	4,10	2,77	6,1	35,8
КДС, млрд.$м^3$/год	0,30	5,35	2,45	2,50	0,80	1,7	11,0
Баланс солей, млн.т	-0,09	- 3,84	-1,78	-0,16	-0,76	-0,01	-6,69
			II вариант 2015 г.				
Площадь орошения, тыс.га	102	1410	724	390	193	312	3131
Водозабор, млрд.$м^3$/год	0,72	15,55	6,8	3,2	2,9	6,13	33,5
КДС, млрд. $м^3$/год	0,30	4,34	1,88	0,78	0,70	1,55	9,45
Баланс солей, млн.т	-0,09	-2,30	-0,87	-0,12	-0,74	-0,45	-3,97

ЦЕЛЕВАЯ ПРОГРАММА ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ВХК В АРИДНОЙ ЗОНЕ

Основные положения по формированию ВХК в аридной зоне

Диалектическая трактовка системы исходит из представления о ней как совокупности объектов, взаимодействие которых вызывает появление новых, интегративных качеств, не свойственных отдельно взятым образующим ее компонентам (4).

Исходя из этого, в нашем понятии ВХС описывается формулировкой и представлениями Г.В.Воропаева, С.Л.Вендрова (7,5). Они включают не только совокупность взаимодействующих источников воды, водохранилищ, водопользователей, объединяемых системой естественных и искусственных водотоков (45), но и сочетание предприятий, территориальных экономических и общественных форм, процессов, экономической, социальной структуры, природных объектов, увязанных не только стволом реки, но и развитыми экономическими, социальными, экологическими связями между собой и с внешней средой при ведущем орошаемом земледелии. Следует отметить, что В.Г.Пряжинская (45, с.7) подчеркивает увязку ВХС с региональной экономикой, территориальными проблемами и использованием земли. То есть в аридной зоне ВХК включает общность, основанную на природопользовании двух ресурсов - воды и орошаемой земли, поскольку использование неорошаемой земли играет в экономике аридной зоны второстепенную роль.

Совершенно прав Г.В.Воропаев (7, с.18), когда указывает, что формирование водохозяйственных систем в пределах бассейнов идет объективно, независимо от нашей целенаправленной деятельности. При этом формируются достаточно сложные связи между экономическими, социальными и природными компонентами этих систем. До тех пор, пока формирование происходит стихийно, без организационной и управленческой увязки (именно такая картина наблюдается во многих бассейнах), можно ожидать возникновения целого ряда неблагоприятных последствий во всех составляющих этой системы.

Наша задача - превратить реально существующую, недостаточно осмысленную по связям и слабо организованную водохозяйственную систему бассейнов рек в управляемые водохозяйственные комплексы, как часть организационно сформированного взаимоувязанного отраслевого и территориального управления экономикой страны.

Отсюда осознанное, проанализированное и взятое в руки народнохозяйственного и отраслевого управления формирование водохозяйственных систем взамен его самоформирования должно стать основой развития водохозяйственных комплексов (ВХК).

Оптимальное сочетание отраслевых и территориальных планов экономического развития страны является важнейшим требованием, которое должно быть положено в основу развития ВХК как межотраслевых комплексов, исходя из удовлетворения потребности регионов, сбалансированности и пропорций динамики их экономики с учетом ограничений (или потребностей), накладываемых социальной, природной и производственной сферами по региону и народнохозяйственных задач по наиболее оптимальному использованию всех имеющихся ресурсов.

А.Г.Аганбегян (2) подчеркивает, что успех управления с помощью проблемно-целевого комплексного народнохозяйственного подхода гарантируется лишь тогда, когда в него включаются все составляющие, независимо от их отраслей и территориальной принадлежности. Это управление должно, будучи нацелено на достижение глобального народнохозяйственного оптимума, умело учитывать и преимущества отраслевых централизованных связей (технологических, материальных, научно-технических, финансовых, кадровых и плановых) с особенностями региональных потребностей и интересов (балансы трудовых и природных ресурсов, капиталовложений, система расселения и размещения). Поэтому необходима последовательная ориентация на достижение суммарного оптимума путем интеграционной многократной увязки отраслевых и региональных планов, целей и действий.

Именно этому и соответствует построение межотраслевых ВХК, охватывающих различные территориальные зоны в пределах одного бассейна.

При этом надо исходить из централизованного распределения общегосударственных народнохозяйственных ресурсов между региональными комплексами по принятому критерию оптимальности.

В обозримой перспективе разделение труда между региональными и территориальными комплексами будет углубляться и тем самым будет увеличиваться возможность альтернатив развития регионов и комплексов по отраслевому признаку в связи с использованием межрайонных пропорций и потребления природных ресурсов.

Возникает возможность народнохозяйственной оптимизации регионального и отраслевого развития на основе минимизации общегосударственных затрат на суммарное последовательное рассмотрение в масштабах каждого региона технологической цепочки "Природные ресурсы (на мес-

те или их транспорт) - развитие производства (или улучшение использования существующих мощностей) - транспорт продукции или природного ресурса - удовлетворение потребности населения в продуктах питания, трудовой занятости". При этом возникает огромное множество решений и альтернатив, определенных не только возможностью выбора места потребления природных ресурсов, транспортирования продуктов и ресурсов, но и миграционного перемещения населения. Последнее определяется социальными факторами, характерными для населения той или иной территории в сочетании с затратами на его переселение и закрепление.

В то же время региональное использование природных и экономических ресурсов, исходя из принципа ограничивающих факторов, может быть достигнуто лишь при оптимальном согласовании между собой по методу межпроизводственных балансов мощностей всех увязанных звеньев экономики региона (или комплекса), включая добычу (получение), производство, переработку, транспорт и т.п.

Одновременно использование наличных природных ресурсов на месте их формирования или вдали от него определяется, с одной стороны, потребностью в них общества в территориальной привязке и возможностью их покрытия заменяющими факторами использования и, с другой,- различиями в региональной эффективности и региональных затратах (рис.II).

Региональные задачи ВХК как части отрасли определяются, в первую очередь, внешними требованиями общества и народного хозяйства в целом с региональной специализацией или оптимизацией развития производительных сил всего СНГ. Принципы этой оптимизации описан у И.П.Дружинина и др. (I3), исходя из общегосударственных ограничений по капиталовложениям, трудовым ресурсам, минеральным удобрениям, возможностям транспортирования продукции и т.д., а также на основе дифференциации региональных показателей баланса водных ресурсов, стоимости формирования воды, ее охраны и продуктивности, оценки продуктивности, рентабельности и трудовых затрат сельхозпроизводства, удельных стоимостей освоения земель, а также региональных потенциалов.

Не менее важную роль в решении региональных задач ВХК играют и социально-экономические региональные требования к обеспечению населения продовольствием, занятостью, промышленности - сырьем, имеющиеся инвестиционные мощности загрузки, а также потребность социального

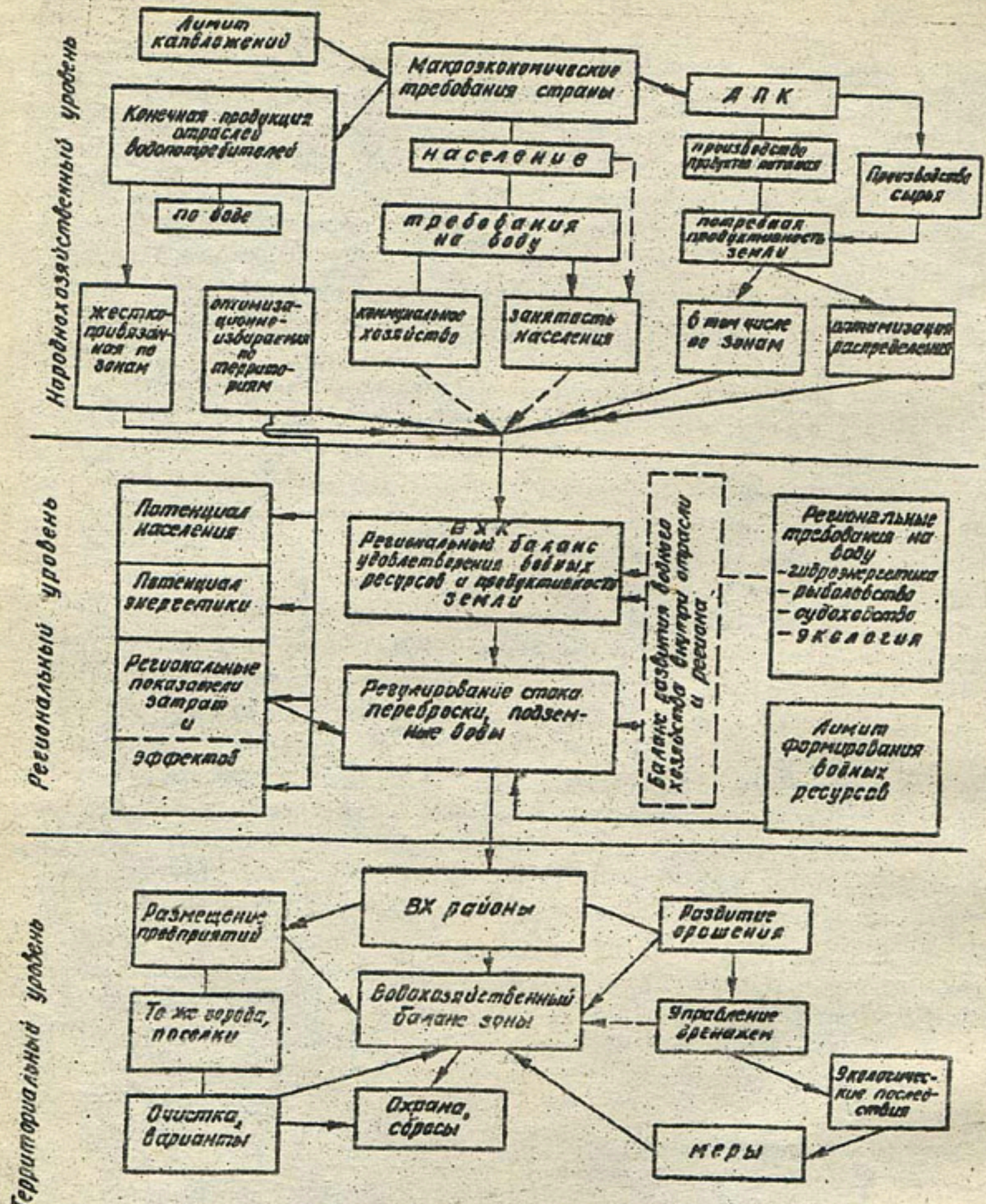


Рис. II. УРОВНИ ПЛАНИРОВАНИЯ ВХК

роста уровня населения и охраны окружающей среды. В соответствии с ними формируются и сферы ВХК. Именно сферы комплекса, деление его на блоки являются первой предпосылкой формирования ВХК.

Второй предпосылкой является иерархия требований и ограничений, затем следуют морфологические предпосылки, наконец, декомпозиция целей по ступеням и временным этапам (IO).

Особое место при этом отводится критериям регионального формирования и вопросам организационного построения ВХК.

ВХК и его субкомплексы на основе методики программноцелевого планирования должны строиться по единому функциональному и целевому принципам с тем, чтобы иерархия принципиальных целей и задач была увязана на всех этапах развития.

Основой формирования ВХК является комплексное и целенаправленное использование природных ресурсов - наличных (земля, климатические факторы) и привлеченных (вода) - в сочетании с оптимальным развитием региона для получения максимального народнохозяйственного эффекта при минимальном расходовании главных природных ресурсов - воды и земли.

В связи с этим структура ВХК базируется на исходных ненарушенных природных ресурсах: воде, неорошенных землях, климатических условиях; антропогеннонарушенных и используемых природных ресурсах - орошаемых землях, зарегулированном стоке, подземных водах; общественных ресурсах: финансах, материалах, удобрениях, механизмах; людских ресурсах. В составе комплекса выделяются природная и производственная части. Однако природная часть комплекса - это не его исходные составляющие условия, а измененные и преобразованные при помощи инженерных сооружений, мероприятий и воды, образующие природную обстановку сферу IУ (рис.I2). С другой стороны, с помощью ВХК в регионе складывается определенная производственная деятельность, развивающаяся соответственно двум комплексам в двух сферах-I ("производственные отрасли водобассейновой части") и П ("производственные отрасли территориальной части"). Сфере Ш соответствует развитие "сопряженных отраслей" (П а). Природная и производственные сферы ВХК способствуют развитию социальной сферы (Ш).

Развитие производственной сферы I приурочено ко всему бассейну и должно охватывать как внутриотраслевое управление водобассейновой частью ВХК, так и обеспечивать развитие отраслей водопользователей. Имеется в виду как создание условий для отраслей водопользователей по стволу реки и притоков, так и, очевидно, в ближайшем будущем их

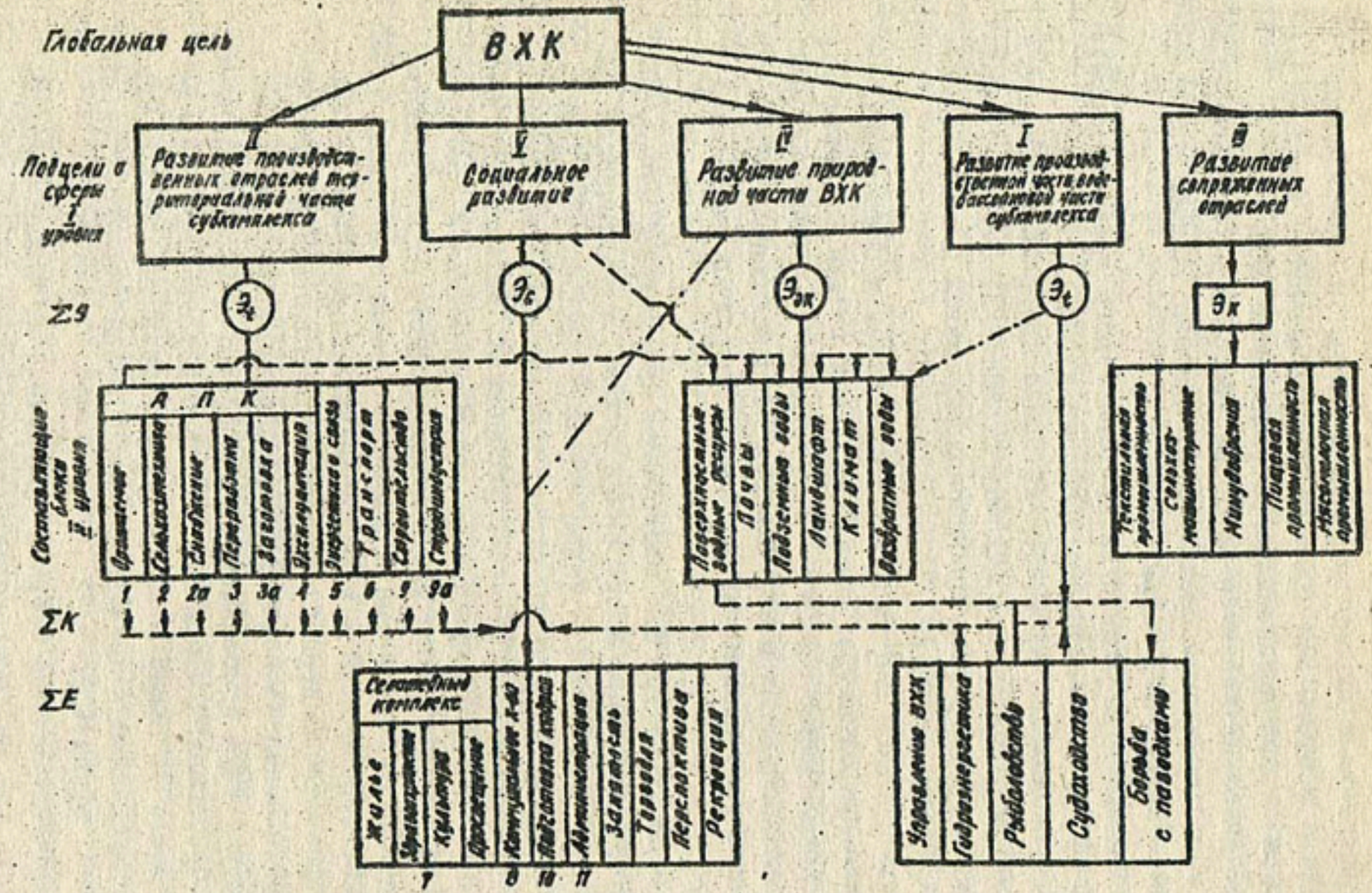


Рис. I2. СХЕМА СВЯЗЕЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ КОМПЛЕКСА, ЕГО СФЕРЫ И БЛОКИ

развитие в территориальном субкомплексе. Уже сейчас, наряду с рыбоводством на водохранилищах, наливных и транзитных, непосредственно на притоках, стволе, и дельте, развивается рыбоводство во внутрисистемных водохранилищах, крупных каналах и коллекторах. Точно такое же развитие должна получить в будущем малая гидроэнергетика (создание малых ГЭС на крупных каналах, проточных гидроэнергоагрегатов, использующих энергию текущей воды при очень малых напорах), ибо энергетический потенциал ирригационной части комплекса орошения велик.

Бесспорно, обеспечение стабильности удовлетворения потребности водопользователей вызывает определенные сложности в работе ВХК как из-за стохастичности стока по стволу даже в условиях многолетнего регулирования, так и, особенно из-за неопределенности антропогенных воздействий, если ими очень строго не управлять.

Тем не менее, задача воднобассейновой части ВХК состоит именно в создании максимально возможной стабильности производства продукции отраслей водопользователей и одновременно обеспечении территориальной части ВХК-именуемый нами ранее ППИК (17). В нем сосредоточены основные водопотребители - промышленность, орошаемое земледелие, хозкультбыт, водоснабжение и т.д. Наряду с этим воднобассейновая часть ВХК отвечает за поддержание необходимого экологического режима дельты, низовьев, а также качества воды в реке, что требует определенных затрат стока поверхностного и возвратного.

Развитие территориальной части субкомплекса (ППИК) определяется в зависимости от демографической обстановки, экономических и социальных требований страны, региона и отдельных зон и вызывает определенные требования воднобассейновой части на воду. Эти требования могут быть установлены в зависимости от объемов намеченного производства, питьевого и хозбытового водопотребления, исходя из норм удельной водопотребности и темпов выполнения водосберегающих мероприятий. Для промышленности и хозкультбыта это повышение степени оборотного водоснабжения, переход на маловодоемкие технологии, увеличение использования неочищенных вод и т.д. Для орошаемого земледелия это повышение технического уровня оросительных систем и осуществление агромелиоративного комплекса по повышению продуктивности использования оросительной воды.

Ведущей и определяющей частью комплекса является орошаемое земледелие, которое определяет объемы водопотребления, темпы планомерного и пропорционального развития различных отраслей экономики ре-

гиона, объемы капитальных вложений и темпы социального и экологического прогресса. Сельскохозяйственное производство на орошаемых землях обеспечивает получение хлопка, риса, зерна, овощей, фруктов, бахчевых и других сельскохозяйственных культур, а также на основе внедрения севооборотов и посевов кормовых культур - высокопродуктивное животноводство. Организационной формой этой части комплекса являются совхозы, колхозы, фермы, животноводческие предприятия-комплексы по откорму молодняка, выращиванию птиц и т.д. Для нормального функционирования основной сельскохозяйственной части комплекса необходимо наличие целого ряда вспомогательных служб АПК (2): ремонтно-эксплуатационных, снабженческих и транспортных предприятий по организации ремонта и техническому обслуживанию машин и механизмов хозяйств; обеспечения их ядохимикатами, удобрениями и запасными частями; снабженческих баз - по снабжению материалами, нефтепродуктами, топливом и т.д.

Для переработки сельскохозяйственной продукции должны действовать перерабатывающие предприятия (3): хлопкозаводы и хлопзаготпункты для получения вторичного сырья - хлопка-волокна и семян; мясокомбинаты и маслозаводы для первичной переработки продуктов животноводства; консервные заводы и холодильники для переработки и хранения фруктов, овощей и т.д.

Нормальная сельскохозяйственная деятельность в условиях орошения возможна только при четко налаженной службе эксплуатации мелиоративных объектов (4), включая распределение водных ресурсов, поддержание мелиоративного состояния земель и т.д. В составе территориальной части должны функционировать эксплуатационные органы энергетики и связи (5), транспорта и дорог (6). В непосредственной зависимости от сферы П действуют сопряженные отрасли Ш, осуществляющие глубокую переработку продукции АПК и ВХК (текстильная, пищевая, мясомолочная и химическая промышленности), а также осуществляющие поставку для орошаемого земледелия - сельхозмашиностроение, минудобрения и т.д.

Стабильность работы и эффективность этой части экономики определяются устойчивостью работы П и Ш сфер ВХК. Следует иметь в виду, что основные фонды, трудовые ресурсы и все производственные ресурсы всех отраслей П и Ш сфер рассчитаны на определенные плановые и проектные мощности, а орошаемое земледелие зависит от стабильности водообеспеченности, т.е. от стабильности работы воднобассейновой части комплекса. Отклонения от проектных или плановых режимов I сфер ВХК

отражаются на орошаемом земледелии, глубоко влияют на эффективность значительной части экономики региона.

Каждый ВХК характеризуется определенным уровнем социального развития, который опредеяется численностью населения, его распределением в общественном производстве и по территории, потенциалом трудовых ресурсов, удовлетворением нужд населения в продуктах питания, промтоварах, социальном и культурном обеспечении. Эти показатели, характеризуя демографический и в определенной степени производственный потенциал региона, в то же время определяют требования к водным ресурсам, рабочим местам, сельскохозяйственному производству.

Социальная сфера требует детального учета возможностей и состояния работы всей инфраструктуры для нормального функционирования производства, персонала, семей, обеспечения культурно-массового и коммунально-бытового их обслуживания в крупных селитебных центрах (7), поселках и городах. Для эксплуатации всех сложнейших коммунальных (тепловых, водопроводных, канализационных и газовых) магистралей и сооружений необходима действенная служба этих хозяйств (8).

При прогнозе развития социальной сферы обычно исходят 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.

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, к временному переселению в осваиваемые вдали от родных мест районы, чем к постоянному переезду из Средней Азии.

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 сельхозпроизводства на орошаемых землях, увеличения производства фруктов, овощей, особенно кормов, как базы развития животноводства. Удовлетворение собственных потребностей в этих продуктах

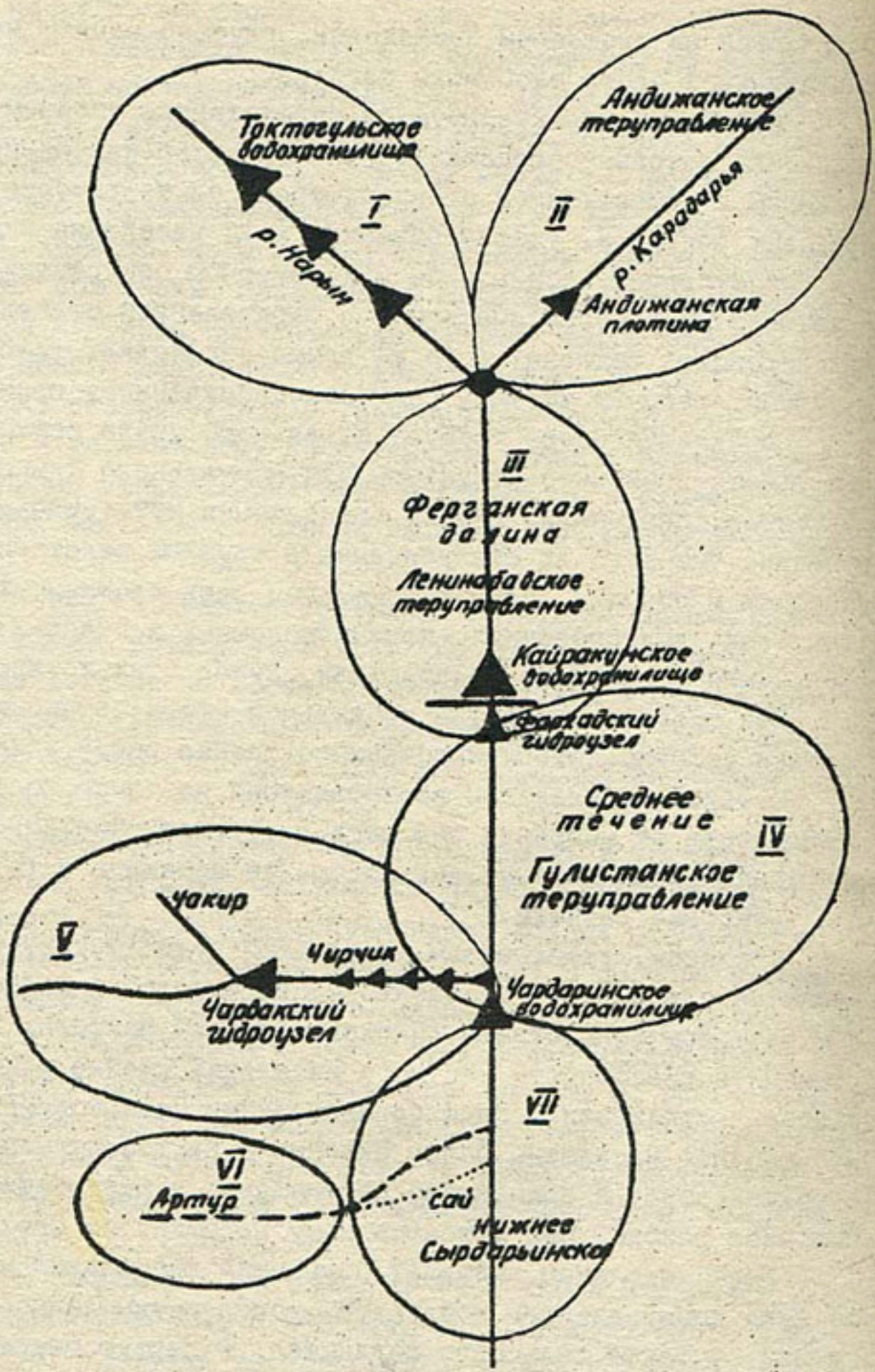


Рис. I3. СХЕМА ВХР БАССЕЙНА СЫРДАРЬИ

будет способствовать более рациональному использованию и земельных ресурсов и водных.

Развитие производственной и непроизводственной сфер требует увеличение мощности отрасли, которая бы построила и сдала в эксплуатацию объекты всех перечисленных назначений - строительство и строительную индустрию (9), имея в виду не только строительные организации, их базы, но и предприятия строительных материалов и конструкций (карьеры, заводы, домостроительные комбинаты).

Бесспорно, характер формирующегося ВХК во многом зависит от того, какова доля в нем и в целом в создании валового национального продукта территориального субкомплекса в виде ППИК. Если в ВХК водопотребители преимущественно несельскохозяйственные органы, напряженность водообеспечения меньшая; если же стратегия развития аграрная, то в аридной зоне прогресс социально-экономического роста непременно создает экологическую напряженность в бассейне.

Естественно, что между всеми производственными и экономическими составляющими комплекса имеются четкие организационные и экономические связи, определяющие их взаимную увязку. Если главным преобразованным природным детерминантом орошаемого земледелия является суммарная продуктивность орошаемых земель, то от этого основного показателя могут быть определены объемы сельскохозяйственного производства и эксплуатации водохозяйственных объектов, а исходя из них и размеры необходимых региональных и зональных мощностей.

Потребная электроэнергия и транспорт являются функцией разрастающихся производств.

Имеются и более сложные связи. Развитие всех отраслей определяет нужный масштаб строительства, а тот, в свою очередь, потребность в строительной базе, а от этих факторов зависит количество необходимых электроэнергии, транспорта и потребного жилья.

Объем потребного жилья и непроизводственных объектов является функцией объема всех видов производства и соответственно производительности труда.

Основополагающим фрагментом является созданная на основе предыдущих работ и капитальных вложений мощность сельскохозяйственного производства, определяемая вводом орошаемых земель F_{0t}, площадью и степенью совершенствования существующих угодий F_{pt}. В зависимости от коэффициента земельного использования (КЗИ), состава культур севооборота ($\sum_{1}^{n} \xi$), бонитета земель K_y определяются и урожайность этих культур $y_{t\xi}$ и валовая продукция основной части сельскохозяйствен-

ного производства - земледелия. Затем по удельному весу кормовых культур, тутовника, садов, прогнозам их развития определяются динамика и потенциальный объем продукции всех N отраслей сельскохозяйственного производства садоводства, шелководства и с их учетом валовая продукция всего сельскохозяйственного производства (V_t). Она может быть производственной функцией в виде совмещенного полинома

$$V_{t_1} = \sum_{\xi=1}^{m} F_{ot_\xi} \cdot \bar{U}_{t_\xi} \cdot y_{t_\xi}(K_б) \cdot \left[1 - \left(\frac{\Delta O_p}{O_p}\right)^{\lambda_\xi}\right] (\Lambda_{t_1} \cdot a_1 + d_t b_1 + J_{t_1} \cdot c_1) \qquad (27)$$

или в виде типа функций Дугласса-Кобба

$$V_{t_1} = \sum_{\xi=1}^{m} F_{ot_\xi} \cdot \bar{U}_{t_\xi} \cdot y_{t_\xi}(K_б) \left[1 - \left(\frac{\Delta O_p}{O_p}\right)^{\lambda_\xi}\right] \cdot \Lambda_{t_1}^{a'} \cdot d_t^{b_1} \cdot J_{t_1}^{c_1} . \qquad (28)$$

По первому виду нами выполнена обработка данных для территориального субкомплекса ВХК Голодной степи в бассейне Сырдарьи, по второму - А.Исламовой для ВХР Каршинской степи в бассейне Амударьи. Здесь обозначения следующие:

$\bar{U}_{t_\xi}$ - стоимость единицы культуры ξ в год t ;

y_{t_ξ} - урожайность культуры ξ в год t ;

ΔO_p - недодача воды на I га по сравнению с расчетной нормой;

λ_ξ - коэффициент снижения урожайности культуры в зависимости от водообеспеченности;

Λ_t - обеспеченность людьми в долях единицы;

d_t - то же основными фондами;

j_t - то же материальными ресурсами;

а; в; с - соответствующие матричные коэффициенты.

Структура многочлена принята исходя из того, что каждая продукция может быть выражена как функция составляющих продуктивности земель, водообеспеченности и людских ресурсов, материальных и основных фондов. Выражение матричных коэффициентов для различных отраслей, участвующих в комплексе, определяется методом множественной регрессии по данным ряда наблюдений предыдущих лет.

Морфологическая структура ВХК

На основе предложенной структуры сфер и блоков каждый ВХК следует рассматривать в его морфологическом построении. По Г.В.Воропаеву и др. (7), оно осуществляется на основе методов эквивалентирования и

агрегирования в привязке к возможному членению бассейна управляющими воздействиями и учетными створами. Исходя из набора задач управления ВХК, мы принимаем два уровня морфологического построения.

Первый уровень - весь бассейн разбивается по стволу и притокам на водохозяйственные районы - ВХР. По ним структурно, исходя из ландшафтного и гидрологического построения бассейна могут быть выделены замкнутые участки управления. Обычно они приурочиваются к замыкающим (или управляющим) створам водохранилищ и должны отличаться единым характером в гидрологическом взаимодействии реки и территориальных субкомплексов. Более того, в каждый ВХР должны полностью входить территориальные субкомплексы отдельных орошаемых массивов и систем. Таким образом, выявляется и второй уровень иерархии морфологического построения - территориальные ирригационные субкомплексы (ТПИК), характеризующиеся единым состоянием социально-экономического развития, водного питания и (крайне желательно) административного подчинения.

На этих двух уровнях рассматриваются все агрегированные показатели социального и экономического развития, исходя из приведенных принципов (рис.I3,I4).

В то же время для агрегирования и анализа детальной продуктивности орошаемого земледелия внутри каждого орошаемого массива (части территориального субкомплекса) проводится детальное районирование по типовым таксономическим мелиоративным единицам. Получение характеристик каждого такого таксона выполняется на основе анализа региональных водобалансовых данных, подкрепленных постоянными наблюдениями эталонных водобалансовых станций, положение о которых разработано нами с сотрудниками (43).

Рассмотрим структуру этой иерархии на примере бассейна Сырдарьи. Бассейн разбит на семь водохозяйственных районов, отличающихся единством водного питания, формирования возвратных вод, геоморфологического строения, в определенной степени территориальным единством и замыкающими створами. Первые два ВХР - Нарынский и Андижанский - расположены, в основном, в зоне формирования стока, отличаются незначительным использованием воды на своей территории, огромным энергетическим потенциалом. Обе эти зоны узкие - межгорные долины с относительно быстрым формированием возвратных вод. Для Нарына и Карадарьи здесь характерно наличие значительной подземной приточности с окружающей территории. Замыкающий створ для них - слияние Карадарьи и Нарына, а управляющие створы - Андижанская плотина для Карадарьи и

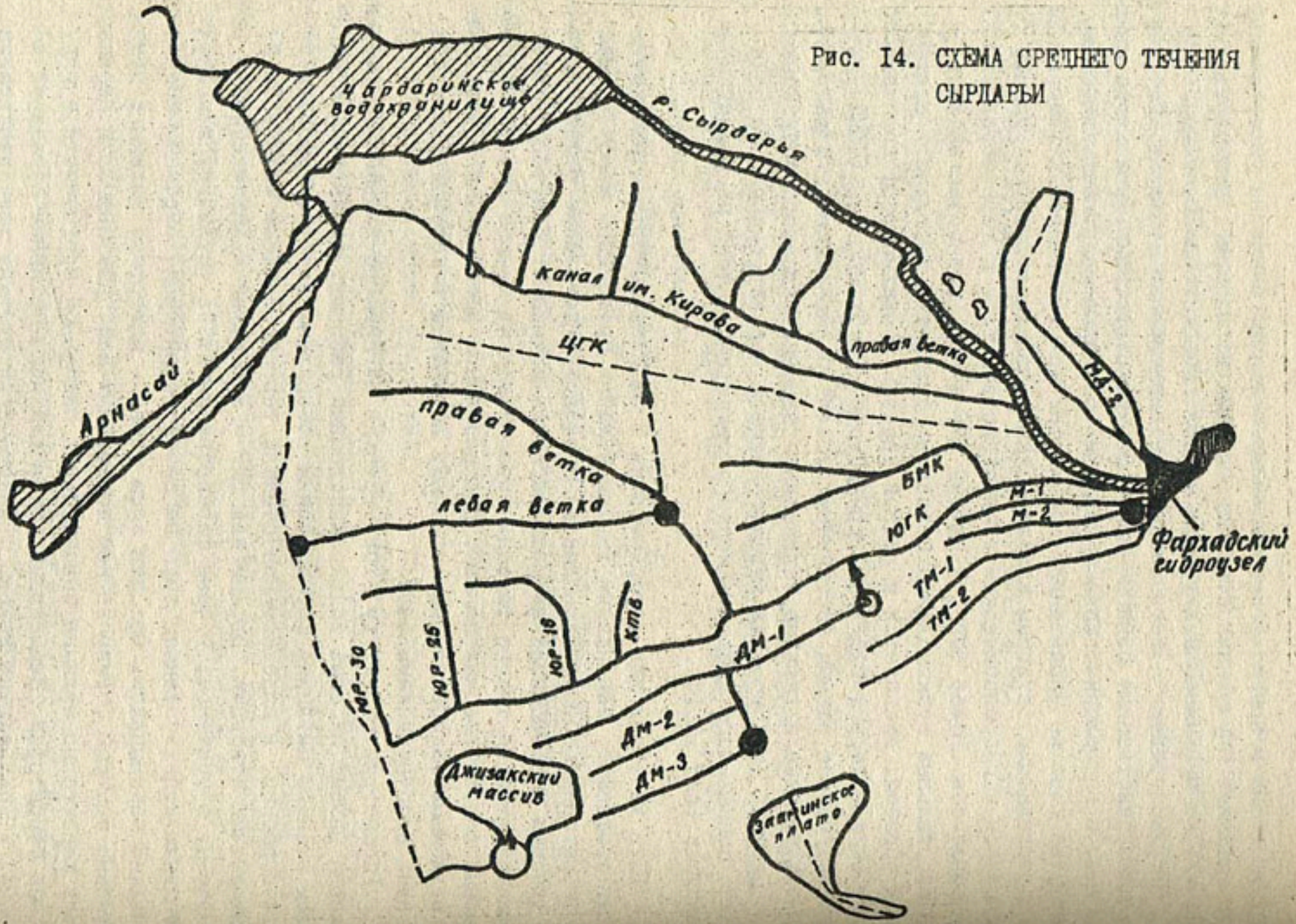


Рис. I4. СХЕМА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ СЫРДАРЬИ

Токтогул - для Нарына. Для этих ВХР основное направление хозяйствования - кормопроизводство, животноводство, овощеводство, садоводство, табаководство. I и П районы охватывают территорию части двух областей (Ошской и Нарынской) Киргизской ССР - средненаселенная зона с малым уровнем промышленного развития.

Ферганский ВХР представляет из себя верхнее течение Сырдарьи до створа Фархадской ГЭС с управляющим водохранилищем Кайраккумским (емкостью 3,6 $м^3$ км). Геоморфологически это широкая межгорная долина с площадью I,2 млн.га орошаемых земель, в которой расположены Ферганская, Андижанская и Наманганская области Узбекской ССР и Ленинабадская область Таджикской ССР.

Геоморфологически все области располагаются в ВХР по склонам долины, переходя от высоких долин через предгорные к конусам выноса их периферии, затем к аллювиальным долинам и низким террасам. В Ш ВХР формируется значительное количество поверхностного стока (≃8-9 $км^3$), местные воды и значительная часть возвратных вод (до I0 $км^3$ в год).

Третий район является крайне насыщенным по населению (I0 млн. человек на 1987 г.), крайне ограничен по земельным ресурсам. В районе сосредоточена мощная промышленность (машиностроение, горнорудная, химическая, легкая), а также интенсивно развито сельское хозяйство с преобладанием хлопководства (до 60% всех земель). Район является зоной формирования и транзита поверхностных вод и интенсивного их загрязнения (минерализация повышается с 0,3 г/л на входе в ВХР до I,3 г/л на выходе из него).

IУ ВХР - среднее течение - является зоной интенсивного рассеивания стока. Здесь формируется очень малое количество собственных вод, но расходуется до 7 $км^3$ в год. Геоморфологически это аллювиальная долина огромной площади (более I,5 млн.га), из которых на I99I г. освоено 726 тыс.га. Возвратные воды здесь лишь частично возвращаются в ствол, большей частью отводятся в специальные водоприемники. ВХР на своей территории включает большую часть районов Ленинабадской области Таджикистана, 3 района Чимкентской области Казахстана, один район Ташкентской области, Сырдарьинскую и Джизакскую области в границах Узбекистана. Район интенсивного сельскохозяйственного развития (ведущее - хлопководство) с мощной теплознергетикой, промышленностью строительных материалов и конструкций и кое-какими другими отраслями индустрии. Население ограничено. Имеются значительные ре-

зервы увеличения высокоплодородных орошаемых площадей. Управляющий створ – Фархадский гидроузел, замыкающий створ – плотина Чардаринского водохранилища.

У ВХР – Чакир – расположен в зоне формирования и транзита стока двух основных притоков Сырдарьи (Чирчика и Ангрена) и многочисленных мелких. На территории ВХР, где формируется до 6 км^3 воды, расположены Ташкентская область и незначительная часть земель Киргизстана и Казахстана. Район интенсивного промышленного развития и одновременно загрязнения промстоками воды в этих реках, сельскохозяйственное производство интенсивное, в основном, овоще-фруктового направления, меньше хлопководство, имеются значительные резервы земель. Интенсивно дренированные изрезанные волнистые плато и долины, реже адырные повышения. Замыкающие створы – впадение Чирчика и Ангрена в Сырдарью, управляющие створы – плотины Чарвакского и Ангренского гидроузлов. Интенсивно развито гидро- и теплоэнергетика. Большие потребности воды на промышленные и коммунальные нужды.

УІ ВХР – представляет аналогичный Чакиру бассейн Арыси и Келеса, Бугуни и др., расположенный в волнистых долинах этих рек на территории Чимкентской области Казахстана. Зона небольшого формирования, транзита и почти полного рассеивания стока этих рек. Аграрный район садово-виноградного и животноводческого направления с очень небольшим развитием промышленности горнорудного направления, за исключением города Чимкента, где сосредоточено крупное промышленное химическое, машиностроительное, пищевое производство и т.д. По возвратным водам зона в основном их использует на месте. Резервы земель огромные.

УП ВХР. Низовья Сырдарьи – большая зона, охватывающая Кзылординскую и часть Чимкентской области Казахстана, основное направление – аграрное (рисоводство, кормопроизводство, животноводство, незначительно хлопководство). Население ограничено. Промышленность лишь обрабатывающая и стройиндустрия. Водные ресурсы местные почти отсутствуют, зона интенсивного рассеивания стока. Возвратные воды большей частью уходят в местные понижения. Управляющим створом является Чардарьинское водохранилище, длина ВХР по реке более 600 км. Замыкающий створ – бывшее впадение Сырдарьи в дельту, ныне стока нет.

В табл.19 и 20 показаны примеры агрегирования показателей между отдельными ВХР в пределах ВХК и между оросительными системами и административными районами на примере среднего течения Сырдарьи.

Надо иметь в виду, что каждый ВХР и территориальный субкомплекс нижнего уровня являются объектами оценки их состояния, эффективности их нынешнего взаимодействия и одновременно субоптимизации путей их дальнейшего развития на основе прогноза будущих требований, затрат и эффектов. Для этого, на наш взгляд, удобно использовать метод наличных потенциалов территории с учетом необходимых затрат на их использование.

Метод потенциалов рекомендует К.П.Космачев применительно к оценке демографических возможностей и используемых мощностей инфраструктуры для описания экономико-географического положения региона (26).

Территориальный комплекс характеризуется определенными показателями неиспользуемых природных, демографических, производственных потенциалов, увязанных между собой взаимными потребностями и связями, а также требованиями к верхнему уровню отраслевого комплекса - ВХК по воде (рис.15)

рис.15

Предположим, что имеется площадь орошаемых земель F_{op} с возможным к увеличению потенциалом земель, пригодных к орошению $<F_{op}>$. Из фактически орошаемых земель часть (или вся площадь) неводообеспечены F'_{op} . В этом случае для использования первой очереди их потенциала $<\Delta V'_{op_i}>$ следует увеличить водозабор на орошение на $\Delta W'_{op_i}$ без добавления численности работающих в орошаемом земледелии ($\Delta L'_i = 0$) и без дополнительных капиталовложений в орошаемое земледелие ($\Delta K_{1-6} = 0$) при необходимости увеличения использования всех других связанных потенциалов $\Delta V_{n_{1-3}}$; $\Delta V_{э_{1-4}}$; $\Delta V_{m_{1-5}}$. Это, в свою очередь, на основе матрицы взаимных материальных, трудовых и ресурсных связей (табл.21) вызовет необходимость использования (или привлечения) других ресурсов. При использовании второй очереди потенциала орошаемых земель $<F_{op_i}>$ с объемом продукции орошаемого земледелия $<\Delta V_{op_i}>$ необходимо увеличивать и людские ресурсы, и капиталовложения в орошаемое земледелие.

Рост объема орошаемого земледелия автоматически требует не только увеличения первичных объемов использования всех ресурсов и потенциалов по вертикали, но и приводит к соответственно необходимому увеличению под их влиянием использования и других взаимосвязанных уже при росте вторичных связей (по горизонтали) мощностей. До тех пор, пока суммарные (по вертикали) загрузки мощностей не будут превышать наличных потенциалов ($<\Delta V_{jt} - V_{jt}$), дополнительных капвложений не будет требоваться для создания новых фондов. Лишь при их превышении

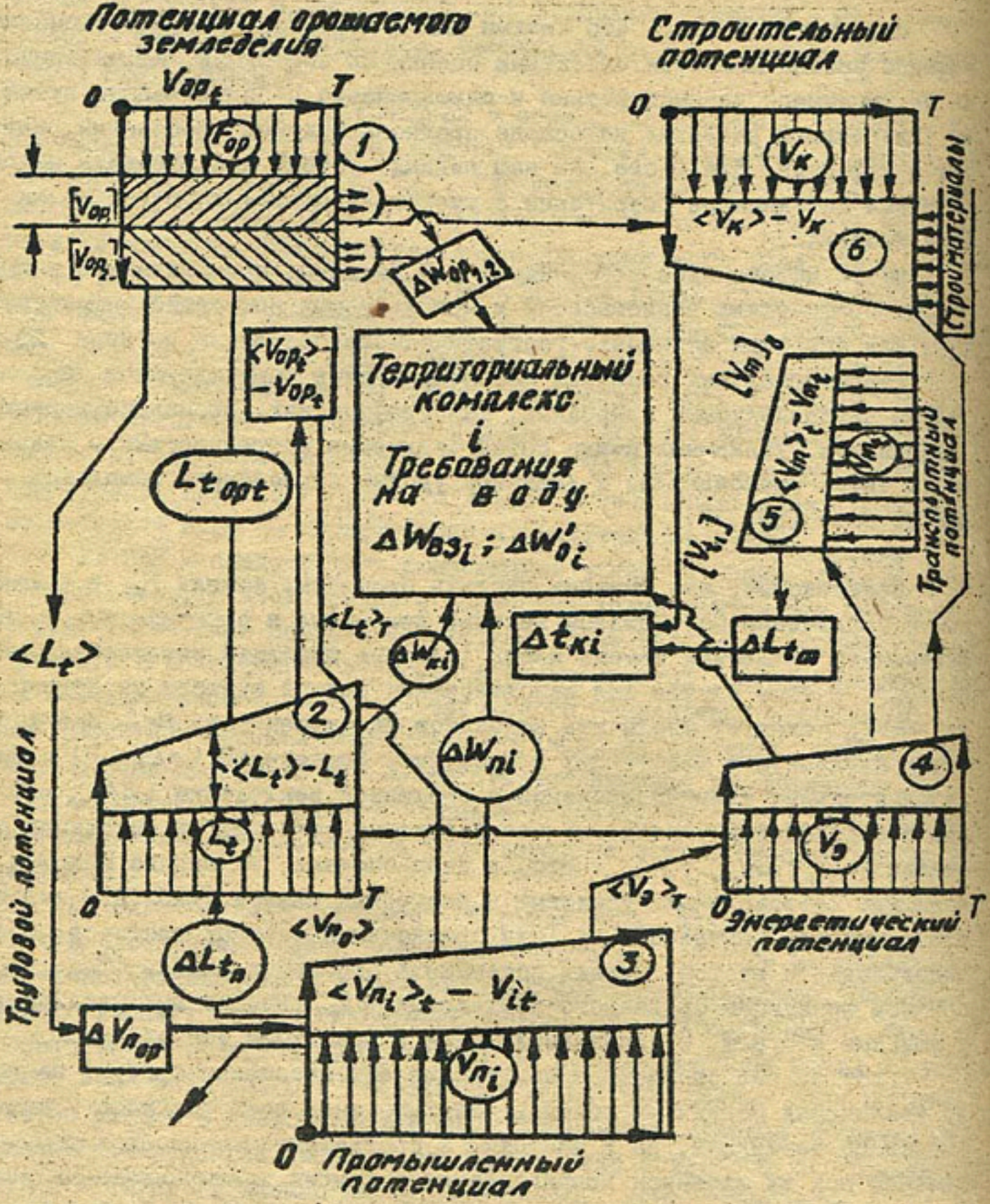


Рис. 15. Схема связи территориальных потенциалов в составе ВХК

$$\sum_{j=1}^{M} \Delta V_{jt} > (\langle V_{jt} \rangle - V_{jt}) \qquad (29)$$

потребуются дополнительные капиталовложения.

Аналогично при

$$\sum_{j=1}^{M} \Delta L_{jt} > (\langle L_t \rangle - L_t) \qquad (30)$$

необходимо дополнительное привлечение людских ресурсов, а при

$$\sum_{j=1}^{M} \Delta W_j > \langle \Delta W_0 \rangle \qquad (31)$$

дополнительный привод или переброска водного ресурса.

Оптимизацию развития ВХК бассейна целесообразно проводить, имея в качестве критерия максимум народнохозяйственного эффекта, включая чистую прибыль и социальные эффекты за минусом всех совокупных общественных затрат, необходимых для получения этого эффекта. В эти затраты входят не только капиталовложения на развитие той или иной отрасли водопотребителя j, но и затраты на повышение потенциала использования трудовых ресурсов и затрат на создание дополнительного водного потенциала

$$\sum_{i=1}^{N} \left\{ \sum_{j=1}^{M} \Delta \Theta_{ji} - n \left[\sum_{j=1}^{M} \Delta V_{jt} - (\langle V_{jt} \rangle - V_{jt}) \right] \cdot \bar{K}_j - \right. \qquad (32)$$

$$\left. - \left[\sum_{j=1}^{M} \Delta L_{jt} - (\langle L_{it} \rangle - L_t) \right] \cdot \Im_i - \left(\sum_{j=1}^{M} \Delta W_j - \langle \Delta W_0 \rangle \right) \cdot Ц_{в_i} \right\} \rightarrow max,$$

где, N - число зон i в бассейне (или ВХК);

M - число рассматриваемых отраслей в ВХК при $i = I$;

$\bar{K}_j$ - удельные капвложения на получение прироста продукции j;

$\Im_j$ - удельные затраты на привлечение одного трудоспособного человека в зоне i;

$\Delta \Theta_j$ - прибыль и социальные эффекты, получаемые в результате улучшения использования потенциалов территории и увеличения производства продукции. Определяются по каждой горизонтали матрицы табл.2I

Данное выражение удобно использовать, так как в нем в качестве ограничений выступает определенный лимит суммарных капиталовложений, допустимых в бассейне для обеспечения развития

$$\sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{M} K_{ji}(t) \leq [K_t] . \qquad (33)$$

Таблица I9

Пример агрегированных показателей ВХК бассейна Сырдарьи

Показатель	Год	Водохозяйственный район		
		I-П	Ш	IУ
I	2	3	4	5
Орошаемые площади, тыс. га	I980	I20	I260	795
	I985	I22,I	I3I8,6	803
Площади переустройства в год, тыс.га	I980	-	-	-
	I985	2,25	I0,I0	4,25
Затраченные капиталовложения, млн.руб.	I980	4,I0	I4I,6	45,07
	I985	4,4I	I5I,0	45,42
Основные фонды ВХК и АПК, млн.руб.	I980	I22	37I6,9	260I,6
	I985	I42,5	4424,7	2826,95
в т.ч.производственные, млн.руб.	I980	97,6	2973,5	208I,3
	I985	II3,9	3560,4	230I,9
Собственные водные ресурсы, км^3	I980	I2,4	I4,7	0,72
	I985	I2,0	I4,3	0,8I
	I980	-	7,46	I,33
	I985	-	6,8	0,95
Неиспользованные коллекторно-дренажные воды, км^3	I980	0,45	-	I,83
	I985	0,5I	-	I,76
Минерализация КДС, г/л	I980	0,86	2,26	3,7I
	I985	0,74	2,56	4,II
Водозабор на орошение, км^3	I980	0,86	I9,7I	8,9I
	I985	0,87	20,06	8,80
КПД системы	I980	0,64	0,64	0,70
	I985	0,64	0,65	0,705

Водохозяйственный район			
У	УI	УП	Итого
6	7	8	9
400	29I	293	3I55
42I,8	292	296	3254
-	-	-	-
6,4	0,2	5,I	28,6
84,04	0,88	36,9	3I2,5
90,35	0,95	39,76	33I,9
I079,3	348,6	346,0	82I4,4
I499,52	352,I	530,0	9777,0
863,4	278,9	276,8	657I,5
I206,5	282,4	425,9	7890,0
9,50	2,77	-3,72	36,4
8,8	2,8	-3,5	35,2
0,83	0,66	-	I0,33
I,I	0,7	0,2	9,75
-	0,I	I,72	4,I
0,2	0,5	I,34	4,4
I,44	3,20	4,36	
I,3I	4,05	5,II	
5,88	3,I	7,85	46,3I
5,76	2,9	7,36	45,75
0,64	0,63	0,59	
0,65	0,63	0,60	

Таблица 20

Показатели агрегирования ВХР "Среднее течение Сырдарьи" по оросительным системам

Показатель	Зона				
	Джизакский веер	Зааминский оазис	Таджикская часть Голодной степи	Дальверзинская степь	Баяутский массив
Система каналов	Санзарсай	Заамин-сай	ТМ-I ТМ-2	МД-I МД-2	БМК
Республика	Узбекистан	Узбекистан	Таджикистан	Узбекистан	Узбекистан
Область	Сырдарьинская	Сырдарьинская	Ленинабадск.	Ташкентская	Сырдарьинская
Районы	Джизакский	Зааминский	Зарбдарский Ура-Тюбинский	Бекабадский Букинский	Баяутский
1	2	3	4	5	6
Площади орошения, используемые в сельском хозяйстве, тыс.га	33,7	26,46	58,8	84,8	32,6
в т.ч. по культурам: хлопчатник, тыс.га	I6,78	II,50	I9,I	5I,35	20,6
кормовые, тыс.га	6,8	5,37	2I,2	II,97	5,I08
прочие, тыс.га	I0,I2	9,59	I8,5	2I,48	6,89
Урожайность (ц/га): хлопчатник	I9,38	II,69	28,6	24,8	25,6
кормовые	I3,8	8,4	28,8	I7,6	I8,4
овощные	77,5	46,7	67,5	99	I02,4
Валовая продукция сельского хозяйства, тыс.руб.	392,3	236,64	498,2	464,87	34I,33
Удельный расход воды, в голове системы тыс. $м^3$/га	9,78	6,42	I6,3	7,55	8,705
КПД межхозяйственной системы	0,96	0,93	0,62	0,75	0,96
Водозабор на орошение, млн.$м^3$	392,6	I70,0	959,78	640,3	283,8
Водозабор промышленности, млн.$м^3$	0,063	0,063	2,58I	I,I85	I,364

Зона								
Фархад-ский массив	Пра-вая вет-ка	Казах-ская ветка КМК	ЮГК Юго-вост-точн. I очередь	Юго-вос-точн. II очередь	Южно-Казах-станск. массив	Централь-ная ветка	Итого	Средние по ВХР по-казатели
М-I; М-2; М-3	ПВ КМК	КМК	КТР ЮГК	ЮГК II очередь	ЮР-I8 ЮР-24 ЮР-30	ЛВ ПВ		-
Узбеки-стан	Узбеки-стан	Казах-стан	Узбеки-стан	Узбеки-стан	Узбеки-стан	Узбеки-стан		
Сырдарь-инская	Сырдарь-инская	Чим-кентск.	Сырдарьинская					
Хавастский	Сырдарь-инский	Пахта-аральский Кзыл-кум-ский	Ильи-чев-ский	Мехнат-абад-ский	Октяб-рьский Пахта-корский	Дустлик-ский Мирза-чульск. Арнасайск.		
7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5
24,I	65,6	72,I	42,6	29,6	57,I5	I06,55	634,06	
9,I	36,4	I8,96	27,6	I9,I	36,05	70,0I	336,55	
7,97	2,24	25,2	8,62	2,94	7,32	I4,2	II8,9	
7,03	26,96	27,94	6,38	7,56	I3,87	22,34	I78,6	
I3,6	23,9	27,4	I7,7	II,0	2I,8	2I,6	-	20,6
I0,0	23,5	20I,4	II,7	5,9	I5,6	I5,4	-	30,9
54,4	96	54,2	70,8	44	87,3	86,3	-	73,8
I8I,3	637,33	708,0	236,0	I46,66	882,9	I3II,32	6038,8	503,I
7,67	II,9I	9,9I6	6,485	7,807	7,I37	7,4I2	9,I	9,I
0,93	0,95	0,85	0,94	0,97	0,95	0,93		0,89
I84,9	78I,4	7I5,0	270,3	23I,I	407,9	789,8	5769,8	-
0,086	0,88I	4,802	I,4I	0,026	0,628	0,04	II,7	-

Окончание табл.20

I	2	3	4	5	6
Водозабор на коммунальные нужды, млн.м^3	2,764	2,262	9,3I77	I,863	6,444
Дренажный сток, млн.м^3, всего	I37,07	-	II2,02	483,0	I9I,3I
в т.ч. на I га	4,067	-	I,89	5,69	5,86

7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5
0,556	2,024	6,93	0,06	0,009	3,2I2	4,674	40,05	
I30,32	667,2I	I7I,3	64,43	I66,29	I27,36	II4,89	2365	I97,I
5,407	I0,I7	2,4	I,5I2	5,6I7	2,228	I,078	3,7	3,7

Объем производства особо важной государственной продукции отрасли j по направлению P должен быть больше объема госзаказа

$$V_{jP} \geqslant [V_{jP}] . \qquad (34)$$

Водный фактор и людские ресурсы здесь прямыми ограничениями не выступают. В выражении (32) они присутствуют в качестве детерминированных или условнодетерминированных потенциалов соответственно ($<\Delta W_0$) и ($<L_{it}>$). При этом в водный потенциал устанавливается с учетом требований экологии. Превышение этих потенциалов требует дополнительных затрат на его формирование.

Учитывая, что в условиях определенного региона или части бассейна любое экономическое и социальное развитие будут тесно увязаны системой межотраслевых балансов и связей, естественно, оптимизация по (32) требует итерационной процедуры уточнения потребных объемов развития различных отраслей в зависимости от принятого сценария развития. Инструментом здесь может служить матрица взаимоувязки (табл. 2I) отраслей типа матрицы В.В.Леонтьева, по их суммарным потенциалам.

Предлагаемая методика проверки оптимальных связей, мощностей, межотраслевых и межблочных соотношений может применяться для различ-

Таблица 2I

Матрица
взаимоувязки использования территориальных потенциалов

№ п/п	Потенциал и объемы	I	2	3	4	5	6	7	Эффекты
I	Орошаемое земледелие	ΔV_1	ΔL_{12}	ΔV_{13}	ΔV_{14}	ΔV_{15}	ΔV_{16}	ΔW_{17}	$\Delta Э_1$
2	Трудовых ресурсов	ΔL_{12}	–	–	ΔV_{24}	ΔV_{25}	ΔV_{26}	ΔW_{27}	$\Delta Э_2$
3	Промышленный	ΔL_{31}	ΔL_{32}	ΔV_{33}	ΔV_{34}	ΔV_{35}	ΔV_{36}	ΔW_{37}	$\Delta Э_3$
4	Энергетический	ΔV_{41}	ΔL_{42}	ΔV_{43}	–	ΔV_{45}	ΔV_{46}	ΔW_{47}	$\Delta Э_4$
5	Транспортный	ΔV_{m51}	ΔL_{52}	ΔV_{53}	ΔV_{54}	–	ΔV_{56}	–	$\Delta Э_5$
6	Строительный	ΔV_{K61}	ΔL_{62}	ΔV_{63}	ΔV_{64}	ΔV_{65}	ΔV_{66}	–	$\Delta Э_6$
7	Водный	ΔV_{11}	ΔL_{72}	ΔV_{73}	ΔV_{74}	ΔV_{75}	ΔV_{76}	–	$\Delta Э_7$
	Территориальные		$<\Delta L>$		$<\Delta V_4>$		$<\Delta V_6>$		
	Предельные потенциалы			$<\Delta V_3>$		$<\Delta V_5>$		$<\Delta W_0>$	

ных задач как для оценки эффективности и резервов ретроспективного, существующего оперативного временного этапа, так и особо для планирования и прогнозирования развития ВХК на различные перспективные временные этапы. Одновременно соблюдение закона планомерного и пропорционального развития должно проверяться для всех территориальных субкомплексов как при оценке необходимости их реконструкции, так и при освоении новых земель, ибо и при использовании существующих оросительных систем и, бесспорно, при освоении новых массивов несоответствие мощностей в различных блоках приводит к значительному недобору конечной продукции, эффектов и снижению национального дохода.

Бесспорно, что специфика ВХК состоит в том, что связь с изменчивостью природных условий (климатических и, особо, гидрологических) делает все показатели развития в какой-то степени зависимыми от этих изменений.

Оригинальный метод применяют американские гидрологи (29) для оценки этой изменчивости. Они определяют все показатели продукции и эффективности, отвечающие расчетной или плановой обеспеченности при-

родных условий (называя ее функцией долгосрочных доходов), а затем рассчитывают диапазон влияния отклонений в ту или иную сторону от этих расчетных функций, называя их краткосрочными функциями дохода. Очевидно, что использование такого метода позволит установить правильное соотношение между резервированием в водном или территориальном субкомплексах.

Отметим, что существующая система постоянной сработки всех резервов в воднобалансовом комплексе приводила в прошлом к чрезмерно резким колебаниям во всех территориальных субкомплексах бассейнов и отсюда к неустойчивости всей экономики. Проведенное нами имитационное моделирование для бассейна Сырдарьи показало, что такое управление приводит к отклонениям от расчетной конечной продуктивности ВХК $\pm$ I0-I5% (рис.I6).

Сочетание объемов различных блоков в сферах I, П, IУ, выраженное материальными балансами, определяет не только содержание и состав ВХК, но и период его формирования. С другой стороны, состав ВХК и период его формирования зависят от экологической сферы, характера и масштаба изменения его составляющих, для которых основными являются влияния блоков I-I и I-IУ.

Таким образом, основные задачи построения моделей формирования ВХК будут сводиться к установлению субоптимума между блоками I (Ш) сферы с учетом ограничений П и IУ сфер и к выявлению оптимальных взаимосвязей в динамике между субблоками I,I и I,4 и экологической сферой.

Развитие экологической сферы ВХК

ВХК - крупнейшая ячейка отрасли природопользования, как и водное хозяйство и мелиорация в целом. Целью отрасли природопользования является не количество затраченного природного ресурса, а получение максимума общественного совокупного продукта при минимальных безвозвратных их отборах. Дело в том, что объем отбора каждого производственного ресурса изменяет качество окружающей среды, а само по себе качество среды является неотделимым не столько от производства, сколько от благосостояния общества. При этом важно оптимальное соотношение между экологией и социальной средой, между антагонистами и партнерами в одно и то же время. Их однозначность проявляется в том, что благосостояние общества на перспективу немыслимо без достижения ка-

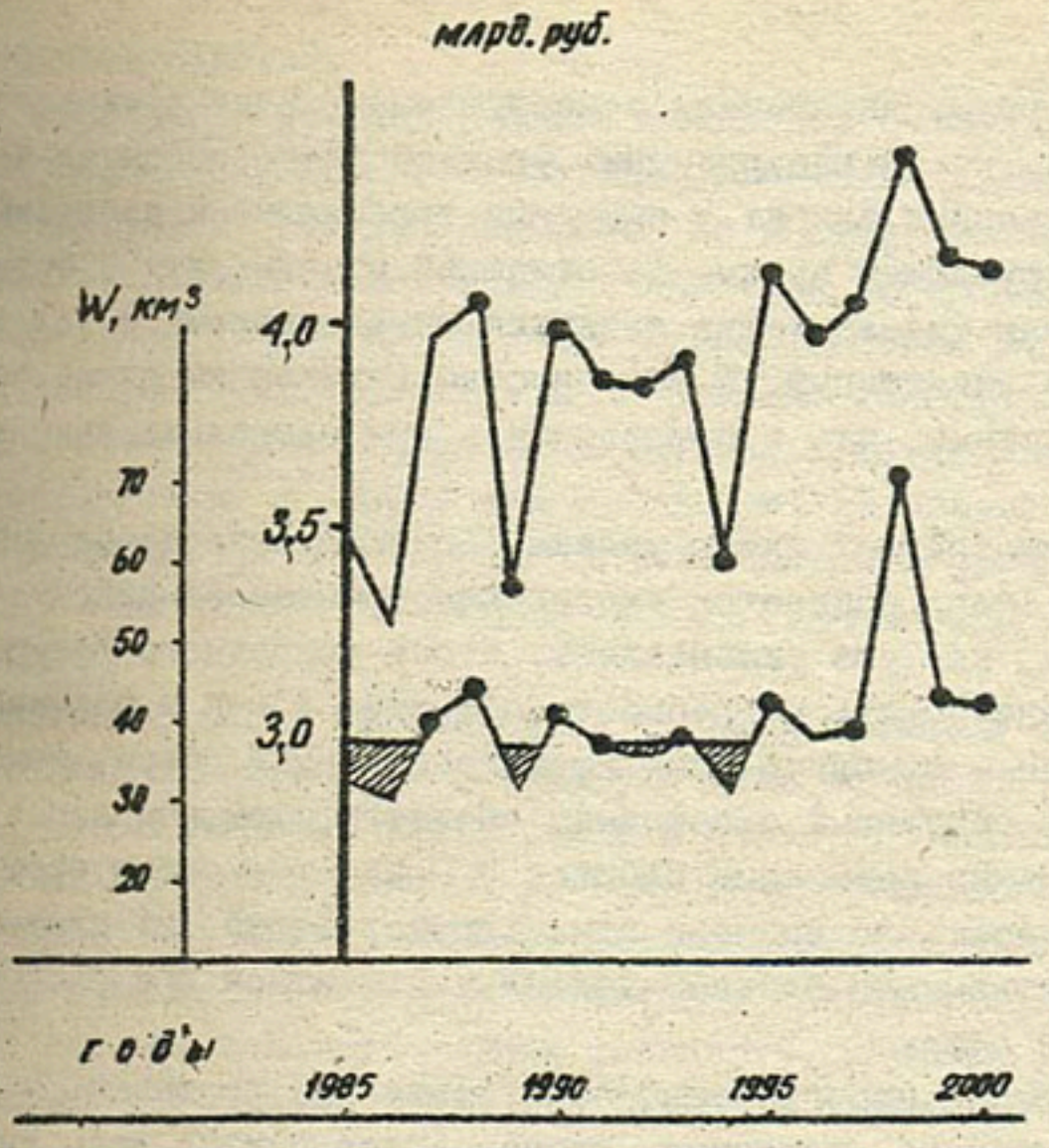


Рис. 16. Колебания валового сбора сельхозпродукции при вероятностном ожидаемом распределении водных ресурсов и отказе от режима многолетнего регулирования в бассейне Сырдарьи (расчеты совместно с Н.И. Прохоренко)

чества окружающей среды. Антагонизм зачастую выражается в удовлетворении сегодняшних, не всегда разумных уровней благосостояния за счет больших общественных затрат и снижения требований к соблюдению будущих запросов окружающей среды. Сегодняшний максимализм и будущие условия существования человечества являются антагонистами и как потребители ресурсов и инвестиций. В большинстве случаев нынешние цели превалируют над будущими, что в приложении к природопользованию вообще недопустимо.

На основе рассмотренной схемы увязки блоков производственной и непроизводственной сфер создается эколого-экономическая действенность ВХК. При этом, как уже указывалось, отбор природного ресурса воды позволяет удовлетворить потребность общества в ней и развивать орошаемое земледелие - основной блок производственной сферы, наиболее тесно и активно связанный с основным определителем комплекса - изменяющимися постоянно размерами площади и продуктивностью орошаемых земель. Динамичность во времени этих определителей, их связей с основными производственными блоками должна учитываться при рассмотрении экологической сферы.

По мере расширения ирригационно-подготовленных площадей, в зависимости от их исходного состояния, производится подача воды либо непосредственно на орошение, либо для первичного освоения земель.

В свете современных представлений о биохимических циклах в природе (25) пустынные и полупустынные природные ландшафты отличаются самыми высокими потенциальными энергетическими возможностями, плодородием. Однако в естественном состоянии годичный оборот минеральных веществ в них ограничен из-за отсутствия воды и не превышает 500 кг/га Как справедливо указывает В.А.Ковда, если в целом средняя продуктивность мирового земледелия не превышает прошлую продуктивность естественных биогеоценозов по величине биомассы, то в условиях пустынь и полупустынь аридной зоны созданы агробиоценозы с продуктивностью немного выше естественной. Действительно, интенсификация водного режима за счет орошения резко повышает биологическую, геохимическую и гидрологическую активность среды и, таким образом, увеличивает интенсивность (а иногда изменяет и направленность) сложившихся биохимических циклов в региональном масштабе. При этом на приземный слой атмосферы, почву, геологические и гидрогеологические условия и гидрографическую сеть воздействует не только орошение, но и растительный покров через многочисленные вторичные связи, а также развивающиеся при орошении селитебный комплекс и интенсификацию сельскохозяйст-

венного производства.

Связи внутри природной части комплекса очень сложны. Грунтовые, почвенные и гидрогеологические условия не только изменяются под воздействием оросительной воды, но и сами оказывают влияние на качество в процессе инфильтрации, движения по орошаемой территории до водоприемника. При определении взаимодействия ВХК с природной обстановкой надо четко исходить из позиции долговременности и в определенной степени постоянства новых природно-антропогенных отношений, составляемых с учетом тех сложностей во взаимоотношениях человека и природы, которые сопряжены с интенсивным развитием интеллектуального, технического и материального потенциала современного человечества.

"антропогенный фактор в сочетании с противоречивым социальным аппаратом стихийно вписался в биосферу и стал ее органической частью, вызывая непредвиденные хаотические и частично отрицательные последствия и отклонения в нормальных природных процессах" (25 с.43).

Природопользование требует именно внимательного отношения к формам и проявлению нашего вмешательства в природу. Большей частью хозяйственная деятельность должна усиливать, улучшать, а в определенной степени и помогать природе в борьбе с какими-то стихийно возникающими в ней отрицательными явлениями.

С этой точки зрения мелиорации в целом, и ВХК в частности, являются той антропогенной деятельностью, которая должна усиливать биологическую продуктивность почв и одновременно активно исправлять определенные естественные недостатки в интенсивности обмена веществ в системе "общество-биосфера".

В качестве основного подхода и оценки направленности может быть взят анализ естественных биогеохимических циклов в пустынной мест - ности.

Применяя положение В.А.Ковды (25) о замкнутости ненарушенных биохимических циклов и мнение С.Ф.Аверьянова (I) о двух типах круговоротов воды и связанных с ними элементов в природе, надо четко представлять себе, что в результате всех этих антропогенных взаимодействий, вызванных орошением, на время как бы размыкаются территориальные биогеохимические циклы, свойственные отдельно осваиваемому массиву, и более крупные - регионально-бассейновые циклы. При формировании ВХК задача его экологической сферы заключается в управлении направленным изменением малого территориального цикла до состояния

его стабилизации в нарушенном режиме и как бы смыкании его при новых скоростях обращения. Что касается бассейновых циклов, то, видно, здесь речь может идти только о минимизации воздействия ВХК на большой бассейновый круговорот составляющих элементов и устойчивость распределения действующих водных масс по стволу реки.

Для определения основных лимитирующих связей между природными элементами внутри экологического блока, а также между природными и производственными элементами блоков I и III необходимо рассмотреть этот перечень с точки зрения законов сохранения веществ и энергии и массопереноса.

Основные изменения природной части комплекса происходят на основе изменения сложившегося общего водного баланса региона, который приводит к изменению теплового и минерального балансов. При этом три баланса орошаемой территории являются как бы основой описания природной части комплекса

водный баланс (на I г земель):

$$W_0 + W_{пд} + O_c = (E_m + U) \pm (\bar{П} - \bar{О}) \pm (\underline{П} - \underline{О}) \pm \Delta\theta + (Д + С), \qquad (35)$$

тепловой баланс (на I га земель):

$$R = B + P + L(E_m + U), \qquad (36)$$

минеральный баланс (на I га земель):

$$W_0 \cdot C_0 + W_{пд} \cdot C_п + O_c \cdot C_{ос} + (\bar{П} - \bar{О}) \cdot C_{пв} + (\underline{П} - \underline{О})_{сгв} \pm S_д - S_{ур} - Д \cdot C_д - С \cdot C_{сб} = \Delta S . \qquad (37)$$

Основным фактором во всех балансах является величина потребляемой воды $[W_{вз} - (Д + С)]$, которая одновременно выступает в качестве главного связующего звена между природой и производственной частями комплекса.

При этом $W_{вз} = W_0 + W_{пд}$,

где W_0 – водозабор из поверхностных вод;

O_c – осадки;

$E_m + U$ – транспирация и испарение из почвы;

$\bar{П}-\bar{О}$ – приток-отток поверхностных вод;

$\underline{П}-\underline{О}$ – то же подземных вод;

$\Delta\bar{\theta}$ - изменение влаги массива;
$Д$ - дренажный сток;
C - сброс;
R - радиационный баланс;
B - теплопоток в почву (или для нее);
P - турбулентный обмен;
L - удельная теплота испарения;
$C_o, C_п, C_{ос}, C_{пв}, C_г, C_д, C_{сб}$ соответственно минерализация речных, подземных вод, осадков, поверхностного стока, грунтовых вод, дренажного стока и сбросов;
$C_{ур}$ - вынос солей с урожаем;
C_a - эоловый перенос солей.

Действительно, величина $[W_{бз} - (Д+С)]$ оказывает определяющее влияние на большую часть элементов собственно водного баланса орошаемой территории и одновременно влияет на прилегающие земли, а также на тепловой и минеральный балансы. При этом тепловой баланс в сумме прихода к дневной поверхности (S) не изменяется, но в связи с тем, что резко увеличивается LE за счет роста $E_т + U$, соответственно изменяются и остальные составляющие теплового баланса, включая B, P, R.

Изменение общего водного баланса орошаемых территорий в пределах от активной поверхности до водоупора и к изменению частных балансов воды и солей, включая зону аэрации и грунтовые воды, что достаточно полно описано в работах А.Н.Костякова (27), С.Ф.Аверьянова (I).

Балансовый аспект использования водных ресурсов обязательно приводит к ущемлению водой нижележащих ВХР верхними и по количеству и по качеству. Поэтому в задачу управления ВХК входит и оценка реальных требований всех природных комплексов в разных ВХР к воде (особо в дельтовых ВХР) и ущерба природе и обществу от их несоблюдения.

Территориальные водо-, соле- и теплообороты, действующие на основе этих балансов территорий, вызывают изменения бассейновых водных и соответствующих материальных балансов и циклов. Это определяет изменчивость самих больших циклов и нанизанных на ось реки и притоков последовательно нижерасположенных территориальных циклов. Эта взаимосвязь территориальных и бассейновых массооборотов на основе общих и частных балансов отдельных ВХР и их составляющих (рис.I7)

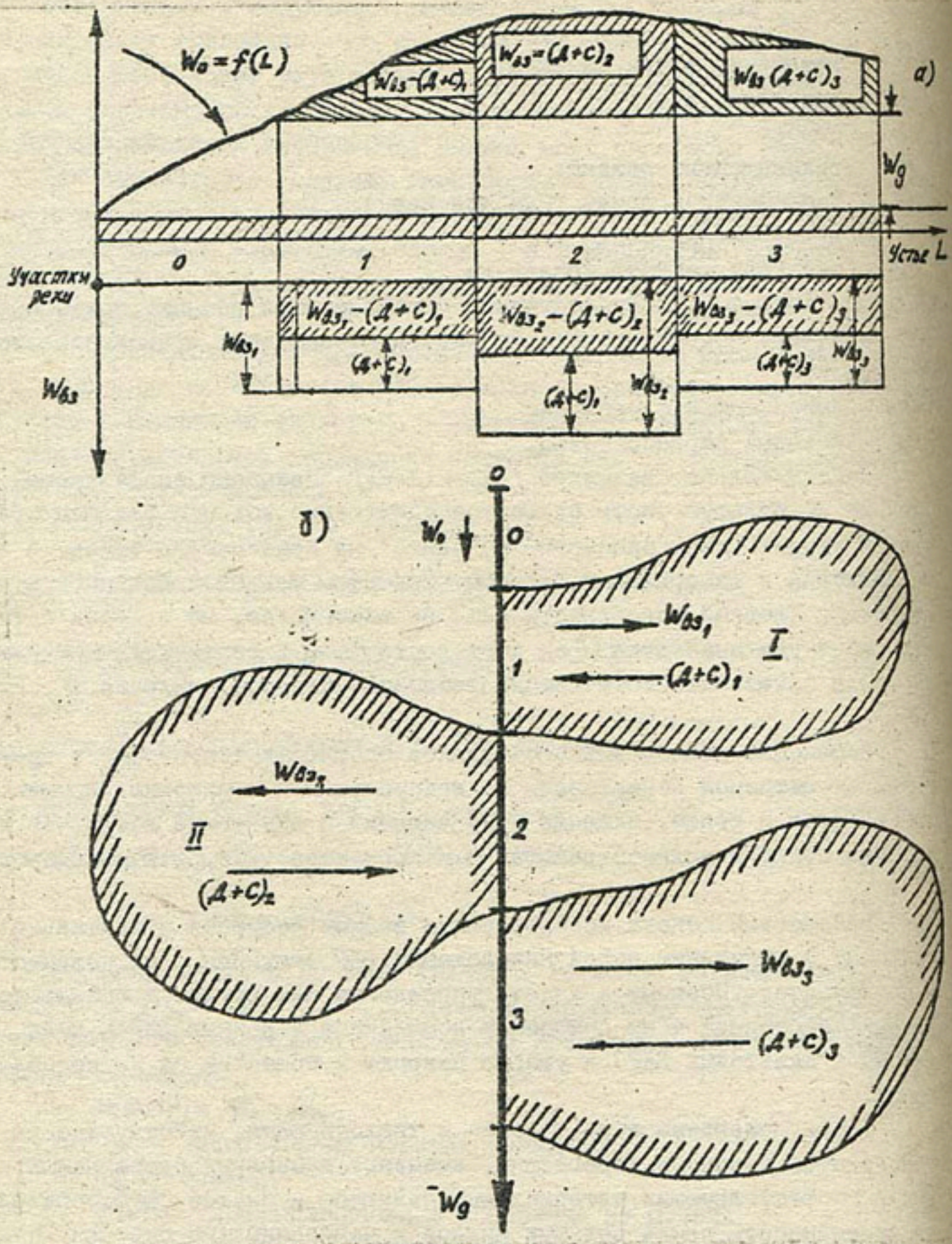


Рис. 17. СХЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО И ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ: а – нарастание расходов по длине реки; б – взаимодействие вод

подлежит учету, управлении и стабилизации путем сочетания изменения отборов и возвратов масс, изменяющихся под влиянием управляемой производственной деятельности, в первую очередь, орошаемого земледелия. Эти факторы управления сводятся к следующим:

- характер орошаемых культур, их набор в составе севооборота, в основном, параметры водопотребления, водозабора, а отсюда и степень воздействия на основные связи природных условий, среди которых главное-естественное плодородие и его повышение;

- инженерный тип оросительной системы, характеризуемый производственными параметрами и размером капвложений, также является одним из важнейших факторов и мерой воздействия орошения на природные условия (мелиоративный режим, фильтрационные потери, потери в поле, интенсивность солеобмена, возвратные воды и т.д.);

- эксплуатация оросительных систем определяет наряду с инженерным типом системы и учетом управляемости ее также долговременность связей производство - экология.

Детальный характер указанных связей и их динамика установлены нами в работах (I6,I7).

Поясним это взаимодействие на примере рис.I7. Пусть имеем реку из четырех участков на длине L: нулевой формирования стока, последующие - частичного формирования, транзита, рассеивания, но с интенсивным потреблением. На каждом участке идет формирование (или рассеивание) в естественном режиме, но идет и потребление с возвратом. Стабильность измененного гидрологического цикла на реке с соблюдением экологических требований дельты на воду W_9 может быть соблюдена по количеству, если разница между водозабором и сбросом коллекторно-дренажных вод будет сохраняться постоянной на каждом территориальном массиве, в каждом ВХР. При этом должны соблюдаться и требования по качеству. Это особенно важно учитывать, если при уменьшении W_{63} уменьшается (Д+С), но повышается минерализация стока. В этом случае целесообразно какую-то долю наиболее минерализованных вод (или вод сброса) в определенный, наиболее загрязненный период отводить не в реку, а в солеприемники, но сохраняя постоянство

$$W_{63i} - (Д+С)_i = const,$$

$$C_{63i} \leq C_{пдк}.$$

Естественно, что такая стабилизация гидрологических циклов в сочетании с территориальными возможна лишь при очень строгом управ-

лении. Но она одновременно открывает дорогу к дальнейшему развитию каждого массива. Уменьшая удельную оросительную норму за счет совершенствования технического уровня существующих систем, можно постоянно увеличивать площадь орошаемого массива, соблюдая строго требования реки к постоянству взаимодействия со стволом по количеству и качеству водообмена река - территориальный комплекс.

Предлагаемый подход к формированию экологической сферы комплекса позволяет оценить существующие и запрогнозировать основные изменения, которые произойдут в природной сфере при развитии орошения. Всесторонний анализ предполагаемых изменений и разработка мер по управлению этими изменениями должны быть приведены в составе схем управления бассейнами и более детально - в составе технических проектов элементов ВХК. В последующем необходимо строгое соблюдение всех инженерных и сельскохозяйственных мероприятий, предусмотренных схемами и проектами. Одновременно должны быть развиты эксплуатационные службы и специальные службы наблюдений за изменением природной среды в виде рекомендуемых нами эталонных водобалансовых станций. Они позволят уточнить действенность составленных прогнозов и одновременно уловить малейшие несоответствия в изменении природной обстановки. Обратная объективная связь такой службы с проектной организацией явится гарантией успешного развития экологической сферы ВХК.

Надежность прогрессирующего влияния орошения на природную и экономическую обстановку во многом зависит не только от правильной направленности обеих составляющих комплекса. Нужна их взаимоувязка, проявляющаяся, с одной стороны, в своевременном выполнении всех необходимых мероприятий для воздействия на природные и экономические условия, с другой стороны, в постоянном контроле, регистрации и анализе тех изменений в естественных условиях, которые происходят в осваиваемом регионе.

Тщательная разработка формирования ВХК и его составляющих должна проходить с учетом того, что темпы развития орошения достигли значительных величин - 10-30 тыс.га в год на массиве. В результате интенсивность капиталовложений и получение эффекта выражается в огромных цифрах - 100-200 млн.руб. в год.

При таких темпах работ получение высоких социально-экономических показателей возможно только при планомерном и пропорциональном развитии отраслей, направлений, объектов. Диспропорция, если она сложится, может привести к огромному недобору эффекта и перерасходу

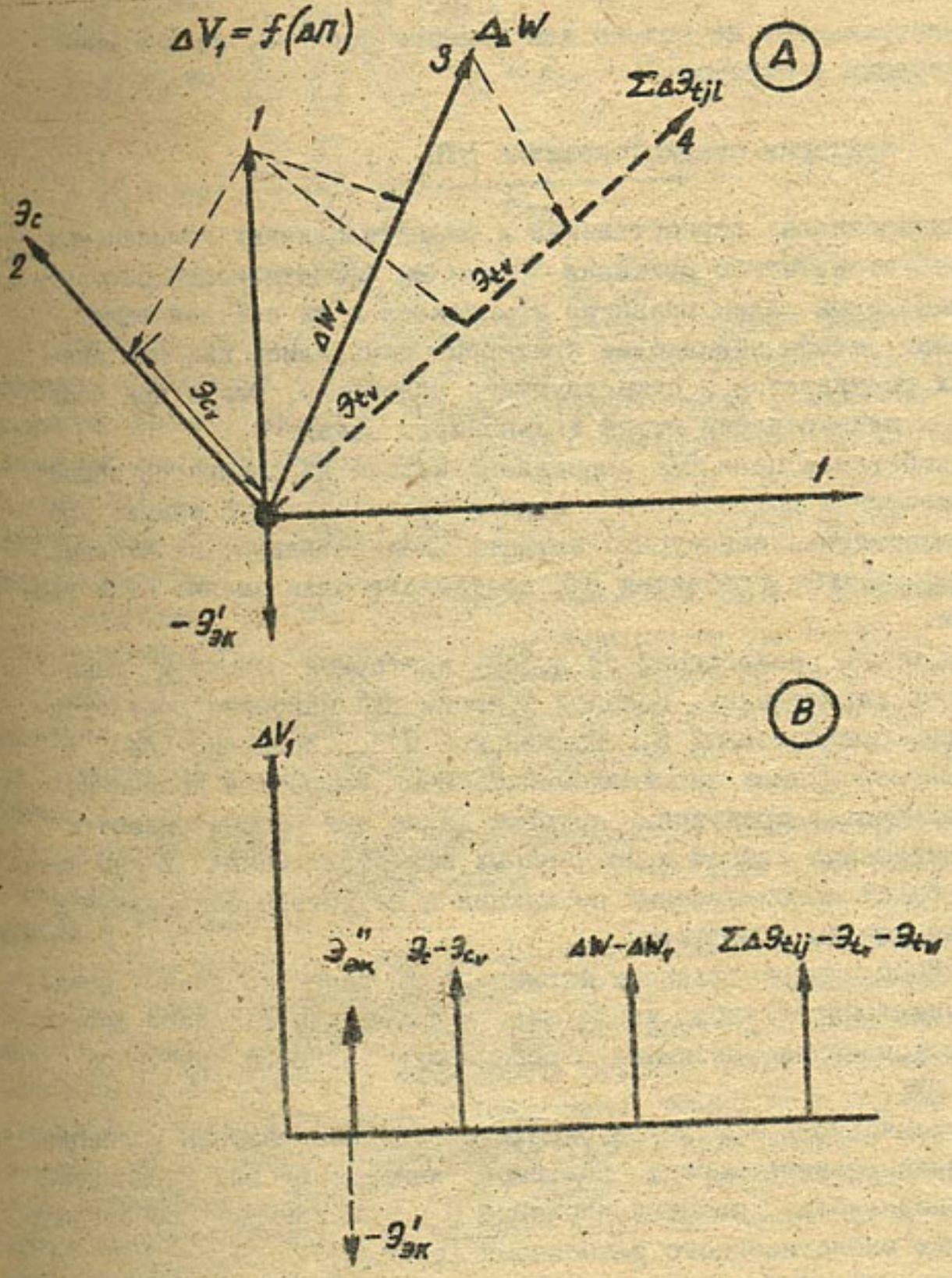


Рис. 18. ПРИМЕНЕНИЕ ВЕКТОРНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПО Р.И. ШНИПЕРУ

А – оцениваемый вариант;

В – сумма альтернативных вариантов

средств, значительному не только для данного региона, но и в масштабах республики и страны.

Критерии оценки развития ВХК

При планировании, осуществлении и анализе целевых комплексных программ требуется, чтобы критерии оценки их эффективности соответствовали глобальным целям развития комплексов и их составляющих. При этом важно, чтобы одинаковые критерии применялись как при анализе прошлых результатов и существующего положения, так и при прогнозировании и планировании путей дальнейшего развития.

Нами глобальная цель ВХК определена исходя из интересов общества - удовлетворение потребности в воде и продуктивности земель при минимуме общественных совокупных затрат. Следовательно, необходимо, чтобы критерии анализа и развития ВХК соответствовали именно этой глобальной цели.

Имеется много предложений по выбору критериев работы и планированию ВХК на перспективу. Целевой функции ВХК наиболее соответствует критерий, предложенный В.Г.Пряжинской и И.Л.Храпович (46), в виде минимума совокупных народнохозяйственных затрат на получение заданного количества продукции, который далее они рассматривают с учетом и приведенных затрат и полученных эффектов. Однако в нем нет функций ущерба от недополучения продукции и не учтены социальные и экологические ущербы и эффекты.

Теория ПЦКП применительно к формированию территориальных комплексов предусматривает выбор критериев, которые для ВХК дают следующие варианты получения максимума народнохозяйственного конечного продукта от ВХК.

как регионального комплекса определенного направления и специализации на базе развивающегося орошаемого земледелия при ограниченных объемах водозабора, капиталовложений и установленных требованиях по поддержанию экологического равновесия (цель Z_1);

при ограничениях по воде и капиталовложениям, имея в виду, что народнохозяйственный эффект включает экономический, экологический и социальный эффекты и ущербы (Z_2);

по отношению народнохозяйственного эффекта к затрачиваемым капиталовложениям (Z_3).

Этим вариантам соответствуют три выражения:

$$Z_1 = \max \sum_{t\in T} \sum_{i\in N} \sum_{j\in M} V_{tij}\,(F_t ; \Lambda_{tij} \dots)\,, \qquad (38)$$

$$Z_2 = \max \sum_{t\in T} \sum_{i\in N} \left(\sum_{j\in M} Э_{tij} \pm Э_{cti} + Э_{экti}\right), \qquad (39)$$

$$Z_3 = \max \frac{\sum_{t\in T} \sum_{i\in N} \left(\sum_{j\in M} Э_{tij} \pm Э_{cti} \pm Э_{экti}\right)}{\sum_{t\in T} \sum_{i\in N} \sum_{j\in M} K_{tij}} \qquad (40)$$

при $\sum_{t\in T} \sum_{i\in N} W_{Bзi}(t) \le [W_0(t)]$; $\sum_{t\in T} \sum_{i\in N} \sum_{j\in M} K_{tji} \le [K_t]$.

Эти цели состоят в максимальном удовлетворении потребностей общества и человека – в повышении его благосостояния. Одновременно повышение производительности общественного труда должно обеспечивать получение всего прироста совокупности общественного продукта. В этом случае сложение максимума эффекта от получения продукции с минимумом общественных затрат дает единый критерий, соответствующий глобальной цели общества.

Бесспорно, что сам критерий потребности имеет различные уровни (6). По К.Марксу, потребности подразделяются на три группы:

абсолютные - возможность общества потребить определенную массу материальных и духовных благ, производство которых уже освоено, нужных обществу для всестороннего и гармонического развития всех его членов;

действительные – реальные экономические возможности, выраженные в наличных производственных мощностях и распределении национального дохода в обществе;

платежеспособные – основанные на платежном потенциале.

Нами за критерий формирования ВХК принято выражение (39), так как по сути оно наиболее соответствует глобальной цели ВХК. В этом критерии экологические и социальные эффекты имеют алгебраическое значение – если природопользование здесь приводит к отрицательным последствиям, то они должны учитываться в виде ущерба. В равной степени и социальное развитие может приносить ущерб, а при недовыполнении экономических и общественных задач ВХК может иметь отрицательное значение.

К социальному ущербу должна быть отнесена и стоимостная оценка неудовлетворения абсолютных потребностей и снижение их до действительных и платежеспособных.

Используя отдельные положения В.Г.Прятинской, И.И.Мечитова и

др., под экономическими составляющими общественных затрат надо понимать не только единовременные издержки эксплуатационные, но и отнесенные к году инвестиции, и ущерб от недополучения продукции во всех составляющих ВХК за минусом полученных в нем эффектов, относящихся на ВХК. Необходимо учитывать непосредственные затраты и эффекты ВХК как на формирование водного ресурса, так и на снижение удельного водопотребления. Учитывая связи структуры ВХК в условиях дефицита водных ресурсов, в задачу ВХК входит и достижение оптимального уровня удельного водопотребления. Это достигается для прочих отраслей-водопотребителей управлением ВХК контрольными и планирующими функциями, а по линии орошаемого земледелия - непосредственно силами водного и сельского хозяйства. При этом, чем более усиленно осуществляется эта часть, тем менее потребность в увеличении располагаемых водных ресурсов, в воспроизводстве воды во всех ее видах. Здесь проявляется особенность ВХК как части природопользующей отрасли - не только заниматься формированием и распределением ресурса, но и снижением ее удельных затрат в общественно рациональных размерах.

Острота нарастания дефицита водных ресурсов делает учет этих затрат, равно как и неизбежность ущемления водопользователей и оценки определенных экономического, экологического и социального эффектов неминуемыми. Задача состоит, как очень верно отмечается в работе К.Г.Гофмана и др., на прогнозируемый период в очень четком согласовании желаемого уровня состояния водных и земельных ресурсов с динамикой капиталовложений, объемом конечного общественного продукта, показателями социального и экономического прогресса или отставания.

Экономическая эффективность водохозяйственных комплексов

Формирование ВХК, являющееся крупной межотраслевой территориальной программой, обычно требует огромных затрат, но вызывает большие эффекты как первичные, так и вторичные. В то же время действие ее неоднозначно -оно почти в обязательном порядке связано с какими-то отрицательными последствиями, ущербами. В равной степени и отказ, частичный или полный, от своевременного развития ВХК приводит к еще большим ущербам.

В силу таких свойств целесообразно, следуя Р.И.Шнипере (60), в основу оценки эффективности ВХК положить системный подход. Суть его состоит в том, что определяется многокритериальный эффект в виде комплексной оценки положительных и отрицательных последствий, вы-

раженной в виде векторного функционала. Эти последствия должны включать абсолютное значение главного целевого эффектирующего вектора ВХК (увеличение продуктивности используемых земель до потребного уровня и объема, удовлетворение потребностей в воде) и сопутствующих положительных и отрицательных эффектов, возникающих при использовании природного и социального потенциала или при отказе от него, при вовлечении (или исключении) объективно существующих и недоиспользованных связей и мощностей; при замораживании определенных фондов; при снижении или повышении удельного национального дохода и т.д.

Векторный метод позволяет учесть этот эффект на основе сравнения предлагаемого и альтернативных вариантов, или их суммы, дающей те же конечные результаты. Очень важно при этом правильно определить скалярные проекции совпадающих и противоположных векторов.

Использование метода, предложенного Р.И.Шнипером, для определения эффективности ВХК представляется следующим образом. Естественно, что прямой эффект развития производственных отраслей двух субкомплексов ВХК может быть изображен в виде (рис.I8) двух главных векторов, направленных выше оси абцисс. Один совпадает с осью (объем субкомплекса I и второй несколько смещенный под углом - объем субкомплекса П).

рис.I8

Естественно, что в абсолютном плане часть водного ресурса, полученного при этом, идет на формирование продуктивности земель - ΔV (ΔW_v). Аналогично имеется вектор социального эффекта ($Э_c$), частично совмещенный с уже учтенным эффектом $Э_{cv}$, эффекты сопряженных отраслей $\Sigma\Delta Э_{tji}$, включая долю $Э_{tv}$ и $Э_{tw}$ и какой-то отрицательный экологический эффект $Э_{эк}$. Все это осуществляется при капвложениях К и эксплуатационных Е затратах.

Подбирается альтернативный вариант (или сумма альтернатив), который будет давать те же эффекты в скалярном выражении, но, скажем, с положительным эффектом по экологии $Э''_{эк}$ вместо $-Э'_{эк}$. Тогда эффект комплексного варианта составит в соизмеримых величинах, приведенных к году или по сумме расчетного периода лет, его абсолютную сумму значений:

$$\Delta Э = n\left(K_A - K_B\right) + E_A + E_B + \left(Э_{эк''} + Э_{эк'}\right).$$

Остановимся теперь на определении различных эффектов и затрат. Оценка прямых эффектов в мелиорации и водном хозяйстве в условиях бюджетного финансирования отрасли является вопросом, не получившим

решения до сего времени. Начиная с 1966 г. предложения различных научных организаций, неоднократно предлагавших внедрение хозрасчета, наталкивались на нежелание широких командных слоев в сельском хозяйстве и мелиорации ввести такую систему.

Поэтому имеется настоятельная потребность выделения чисто отраслевого эффекта, эффекта в составе агропромышленного комплекса и, наконец, народнохозяйственного.

В чистом виде эффект отрасли мелиорация и водное хозяйство должен проявляться на основе хозрасчетных взаимоотношений между водохозяйственными предприятиями за производимую ими продукцию. Такой продукцией является сформированная и доставленная к потребителю вода необходимого качества, а также прирост продуктивности мелиоративно улучшенных с помощью водных и других мелиораций земельных ресурсов.

Таким образом, отраслевой эффект выражается в оценке сформированных с помощью мелиорации природных ресурсов, обладающих повышенной (по отношению к исходной) продуктивностью (а не оценка совокупного эффекта мелиорации и сельского хозяйства). При учете этих оценок как показателей деятельности водохозяйственных мероприятий введение хозрасчета внутри отрасли и для взаимоотношения с водопользованием, включая сельское хозяйство, могло бы дать окончательную экономическую законченность отрасли. Для этого важно разобрать систему законченных критериев в денежном выражении.

При этом надо исходить из указаний К.Маркса, что " коллективный человек, ассоциированные производители рационально регулируют свой обмен веществ с природой, ставят его под свой общественный контроль, вместо того, чтобы он господствовал над ними, как слепая сила, совмещают его с наименьшей затратой сил при условиях, наиболее достойных их человеческой природе" (34, с.287).

Влияние оросительных мероприятий на окружающую среду - экологическое значение, выражающееся в производном эффекте, проявляется в том взаимодействии (положительном или отрицательном) человека и природной обстановки, включая землю и воду, которое имеет место при орошении. В зависимости от различных технических решений, которым придается стоимостная оценка, оценивается ущерб от ухудшения или улучшения экосистемы, включая прилегающие территории, и стоимость его минимизации.

В ряде зарубежных работ предлагается экономическое выражение эквивалентов окружающей среды.

Карл Ли (66) указывает, что "по мнению американских специалистов, чистый воздух, чистая вода - это вещи, имеющие стоимость".

Развивая эту мысль, можно сказать, что вода высокого качества, также как чистый воздух и плодородие земли, имеет самую высокую стоимость, а загрязненные и ухудшенные человеком элементы окружающей среды оцениваются меньшей стоимостью. При этом величина уменьшения стоимости определяется теми повышенными расходами, которые следует осуществить, чтобы использовать элементы окружающей среды в нормальном качестве.

Проблема экономической эффективности охраны окружающей среды обоснована С.Т.Струмилиным и детально развита в трудах Г.Г.Гофмана, Т.С.Хачатурова, М.Н.Лойтера (56). Они исходили из того положения, что взаимоотношения общества и природы заключаются в комплексном использовании обществом для развития производства трех факторов экономического роста: трудовых ресурсов, средств производства и природной среды. Расширяющееся использование природных ресурсов приводит к их истощению и одновременно к увеличению отходов и отбросов, поступающих в окружающую среду. На основе этого рациональное использование природных ресурсов, бережное отношение к ним возможно только путем использования экономических рычагов наряду с постоянной общественной и народнохозяйственной оценкой состояния их использования.

На основе этого стоимостная оценка природных ресурсов должна базироваться на расчете дифференциальной ренты, относясь к тому же периоду, в действующих ценах которого рассчитаны капиталовложения и текущие издержки. Развивая эти мысли, М.Н.Лойтер считает, что цена воды должна состоять из двух составляющих: оценки природного ресурса и суммы всех затрат на водообеспеченность по разным линиям финансирования. Первая часть определяется, исходя из метода замыкающих сооружений, позволяющего установить единовременные и текущие затраты, потребовавшиеся для вовлечения последнего кубометра как в действующих, так и в будущих условиях. Такой же точки зрения придерживается и Г.В.Воропаев.

Исходя из аналогичных положений, мы определили замыкающие капиталовложения как затраты на формирование стока, включающие затраты на регулирование водного ресурса, транспортирование, подачу и содержание бассейновых органов (26), а оценку воды - как сумму затрат с эксплуатационными, приведенными к данному году.

$$\bar{Ц}_{бt} = \frac{K_{ф}}{\Delta W_{0}} \left(П_{ам} + П_{э} + П \right) + \frac{П_{ам} Ф + E}{W_{п}} . \qquad (41)$$

В табл.22 приведен расет поэтапных оценок воды бля бассейна Сырдарьи.

Таблица 22

Поэтапные затратные стоимости водных ресурсов для бассейна Сырдарьи

Годы	Стоимость формирования, руб./м^3	Эксплуатационные затраты, включая амортизацию, руб./м^3	Приведенные затраты на формирование, руб./м^3	Затраты эксплуатационных органов, межхозяйственных, руб./м^3	Итого, руб./м^3
До 1955	-	-	-	0,001	0,001
1955-1965	0,08	0,011	0,0206	0,005	0,0256
1966-1975	0,12	0,0166	0,0310	0,011	0,042
1976-1980	0,16	0,0222	0,0415	0,0249	0,066
1981-2000	0,27	0,0374	0,0698	0,0421	0,1119

Однако эта оценка будет неполной, если не учитывать не только отбор воды по количеству из реки, но и последствия этого для нижележащих регионов, а также влияние сброса возвратных вод в русло реки. Действительно, при отборе воды из какой-то реки изменяется ее минерализация, а для бессточных бассейнов (Аральское, Каспийское моря, Балхаш) наносится еще больший ущерб в низовьях вследствие угрозы рыбоводству, потери затопляемых пастбищ, омертвления целого ряда капиталовложений, промпредприятий, переселения и т.д.

Так, если взять Аральское море, то только в низовьях по этой причине государственный ущерб превысил, по нашим данным, 150 млн.руб. в год, который необходимо отнести на увеличение отъема стока за 1960-1980 гг. в 32 км^3 в год.

Таким образом, в дополнение к стоимости воды по формуле (41) необходимо добавить ущерб от отъема воды в размере 0,00468 руб/м^3. Если проанализировать динамику роста стока орошаемых площадей в бассейне и динамику ущерба, то можно получить долю новых массивов орошения, скажем, Каракумского канала, Голодной степи и т.д., в возмещении этого ущерба. Поэтому в цену воды, потребляемой новыми объектами, надо включать и стоимость ущерба от изъятия стока.

Кроме того, следует учитывать влияние возврата в реку сбросных вод. Если подается вода в ствол реки с содержанием вредных солей и веществ ниже ПДК, то этот сброс увеличивает полезный ресурс и умень-

шает ущерб от изъятия стока. Если сбрасывается вода с содержанием вредных веществ и солей выше ПДК, она увеличивает ресурс воды, но на меньшую величину, так как для доведения воды ниже сброса до ПДК необходимо затрачивать либо дополнительное количество пресной воды для разбавления, либо выполнять какие-то инженерные мероприятия по снижению содержания вредных веществ до ПДК.

Цену воды в зависимости от содержания вредных веществ можно построить по криволинейной зависимости. Нулевой стоимости соответствует качество воды, равное ПДК, наибольшее значение стоимости воды при минимальном содержании солей и прочих веществ, отвечающих естественным концентрациям до вмешательства человека; средняя цена воды назначается при содержании минералов, равном средним нормальным концентрациям.

Исходя из этого, пусть средняя стоимость водного ресурса, равная $Ц_в$, соответствует средней минерализации воды $<C>$ в бассейне без возврата, изменяющейся в пределах от C_0 (исходной) до $C_{пдк}$. Тогда при сбросе воды в реку с минерализацией $C_{воз}$ и объемом $W_{воз}$ при минерализации воды в стволе сброса и объеме W_0, средняя минерализация составит

$$C_0'' = \frac{C_{воз} W_{воз} + C_0' W_0'}{W_0' + W_{воз}} . \qquad (42)$$

Если $C_0'' < C_{пдк}$ – увеличиваем ресурс воды;

$C_0'' = C_{пдк}$ – увеличение ресурса воды происходит с нулевым эффектом;

$C_0'' > C_{пдк}$ – увеличение ресурса воды происходит с отрицательным эффектом, равным ущербу урожая от засоления и других повреждений.

В пределах $C_0'' > C_{пдк}$ цену воды с любой минерализацией можно определить по количеству воды средней минерализации, которое надо добавить для разбавления возврата до концентрации, соответствующей ПДК. Тогда цена воды любой концентрации в пределах от Со до Спдк соответствует

$$\bar{Ц}_c = Ц_в \cdot \frac{C_{воз} - C_{пдк}}{C_{пдк} - <C>} \qquad (43)$$

при $C_в = C_{пдк}$; $\bar{Ц}_c = 0$;

$C_в = <C>$; $\bar{Ц}_c = \bar{Ц}_в$.

На рис.19 показано изменение стоимости формирования воды для бассейна Сырдарьи при $C_{пдк}$ = 1,5 г/л; <C> = 0,7 г/л и $Ц_в$ на уровне 1981-2000 гг. - 70,11 руб./м^3.

При минерализации больше $C_{пдк}$ ущерб от этого увеличения на единицу воды может быть оценен по средним потерям продуктивности земли применительно к ведущей культуре по мере увеличения минерализации воды в бассейне. Используя имеющиеся данные по хлопчатнику, получим отрицательный эффект в виде

$$\bar{Ц}_{в.с} = \frac{П}{O_p} \lambda (C), \qquad (44)$$

где λ (с) - снижение урожайности в долях единицы в зависимости от минерализации оросительной воды при длительном орошении. В результате получаем нижнюю часть кривой Q.

Рекомендуемый метод будет способствовать заинтересованности во внутрисистемном использовании минерализованных вод, в уменьшении проектного и фактического загрязнения речных вод, обосновании мероприятий по опреснению и очистке вод от загрязнения и повышенной минерализации.

Следует отметить, что полную стоимость водного фактора можно учитывать только после введения платы за воду и увеличения, как это предлагается нами совместно с К.И.Белоцерковским, цен на продукцию в орошаемом земледелии. Пока же этот фактор можно учитывать в порядке сопоставления с эталонным и нынешним уровнем.

В то же время совершенно права В.Г.Прякинская (45, с.17-19), когда, вслед за К.Г.Гофманом, считает необходимым сопоставить приведенные затраты на водный ресурс с дифференциальной рентой I и II видов. На примере бассейна Сырдарьи (табл.23) мы определили несколько показателей стоимости и эффективности воды.

Кроме поэтапных затратных стоимостей воды, определена средняя стоимость воды по бассейну на определенный период

$$Ц'_в = \frac{\sum_{t \in T} Ц_{вt} \cdot \Delta W_{ot}}{W_o} \quad руб/м^3 \qquad (45)$$

при продуктивности воды по бассейну $\bar{П}_в$ как средневзвешенном объеме народнохозяйственной продукции на 1 м^3 воды.

Определена чистая совокупная продукция (с учетом налога с оборота) на кубометр воды - $г П_в$.

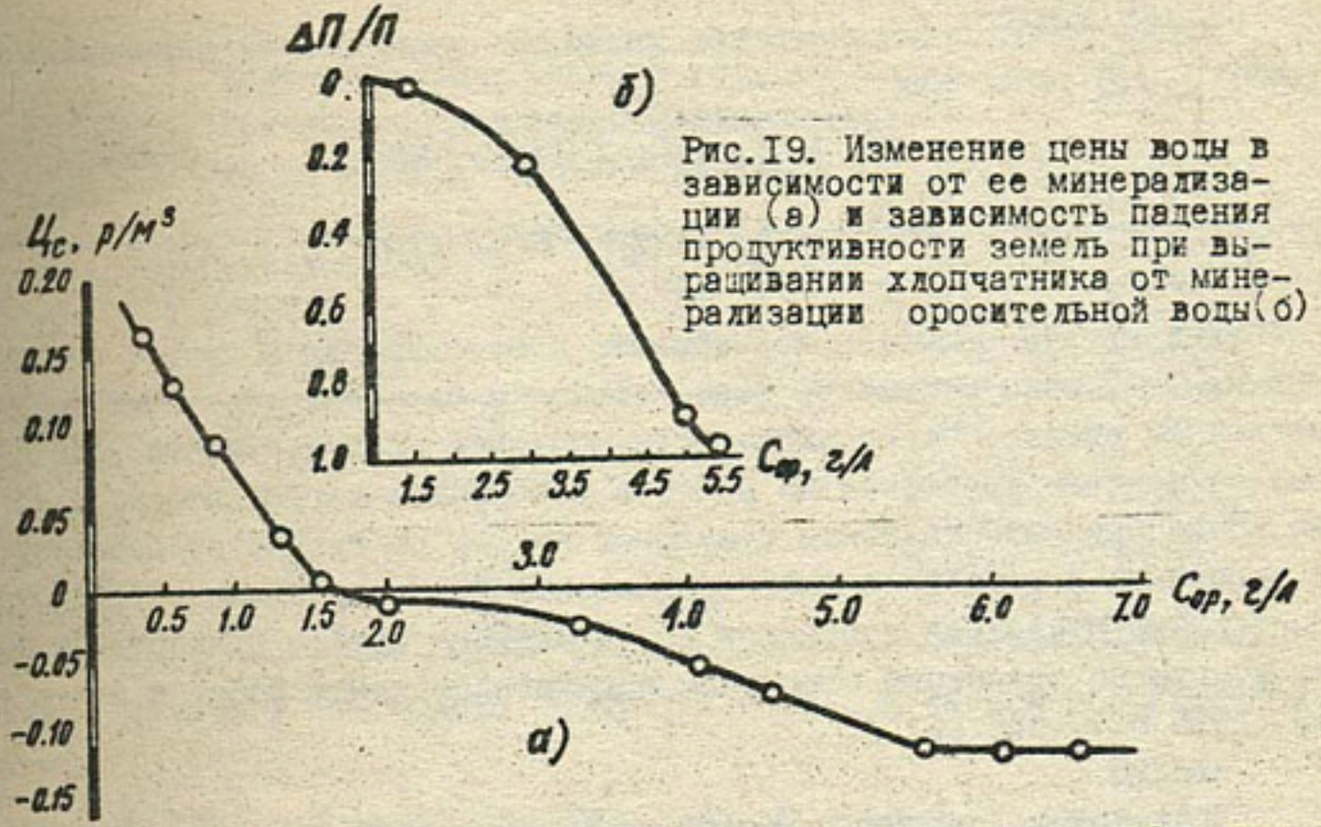
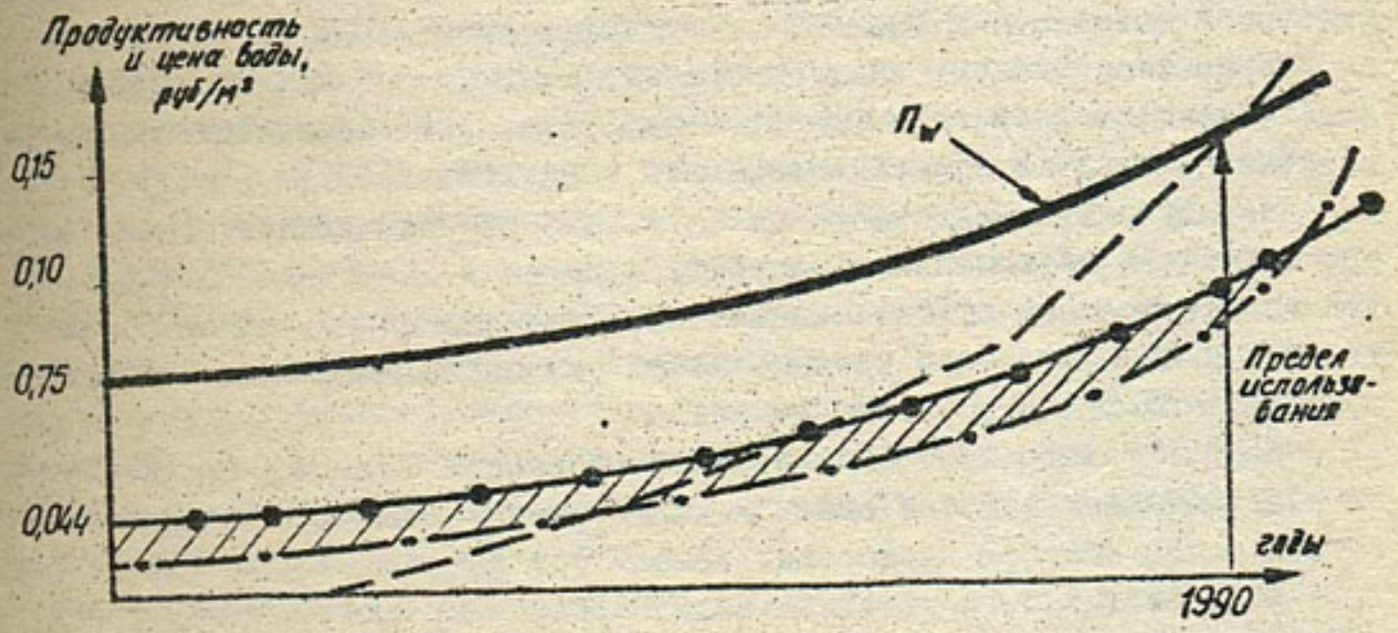


Рис. 19. Изменение цены воды в зависимости от ее минерализации (а) и зависимость падения продуктивности земель при выращивании хлопчатника от минерализации оросительной воды (б)



продуктивность воды, руб/м³

прибыль на I м³ воды, руб/м³

стоимость формирования

средние приведенные затраты на I м³ воды

рентная оценка воды

Рис. 20. Изменение продуктивности цены воды

Кроме того, определены два значения суммарной дифференциальной ренты I и II типов как

$$Д'_t = \sum_{t \in T} (Ц_{Bt} - Ц_{Bt-1}) \Delta W_{t-1} ,$$
$$Д''_t = \sum_{t \in T} (гП_{Bt} - гП_{Bt-1}) \Delta W_{t-1} . \qquad (46)$$

Результаты расчетов показывают, что по удельной чистой продукции на I $м^3$ воды стоимость формирования в бассейне уже лежит на последнем пределе целесообразности нынешней продуктивности воды и без ее резкого повышения не может в дальнейшем наращиваться. В то же время при сопоставлении суммарной чистой продукции по бассейну с величиной $\bar{ц}$ суммарной дифференциальной ренты прослеживается, что постепенно последняя достигает почти полного объема прироста чистой продукции по сравнению с началом водохозяйственных работ в бассейне (1955 г.) (рис.20).

рис.20

Проведенные расчеты и увеличение замыкающих и средних цен на воду (аналогично надо считать и на землю) еще раз подтверждают правильность положения К.Маркса, что " дифференциальная рента является результатом общественных отношений, необходимых потребностей в воде и земле в регионе и одновременно усложняет условия их воспроизводства по мере наращивания дефицита этих природных ресурсов.

Наряду с влиянием орошения на водные ресурсы следует оценить его влияние и на земельные ресурсы. К.Маркс в "Капитале" подчеркивал долговременный эффект мелиорации. Ранее показано, какое положительное и отрицательное влияние может оказывать комплекс мелиоративных работ на продуктивность земель.

Нами в работе (16) было предложено ввести в оценку эффективности мелиоративных работ в связи с долговременностью их действия показатели изменяющегося плодородия земель под действием мелиорации.

Действительно, осуществив весь необходимый для данных условий комплекс мелиоративных работ, мы обычно стремимся не только к получению расчетного эффекта по доходу от сельскохозяйственного производства, но и создаем на многие годы высокое потенциальное плодородие земель, отличающееся от исходного: рассоляем исходно засоленные земли, формируем структуру ранненеобструктуренных почв, повышаем дренированность и т.д. Иначе говоря, по бонитировке земель мы переводим земли из более низких классов по продуктивности в более высокие. Тогда к эффективности мелиорации к концу расчетного срока орошения надо

Таблица 23

Изменение цены водного ресурса и показателей дифференциальной ренты по воде в бассейне Сырдарьи

Годы	Приведенные затраты на I м³ прироста воды, руб	W_o, км³	$W_{от}$ км³	$Ц_в$	$Д_1 \times W_o$ млн.руб.
до 1955	0,001	22,2	–	0,001	–
1955-1965	0,0256	25,0	2,8	0,0037	60
1966-1975	0,042	30,1	5,1	0,0102	2235
1976-1980	0,064	33,2	3,1	0,0152	373
1981-1990	0,1119	34,5	1,3	0,018	465

добавить величину потенциала продуктивности для данной оросительной системы.

$$Э_т = \pm \sum_{кек} F_к \Delta П_к = \sum_{кек} (П_к \cdot КБП_к \cdot К_ф - П_о КБП_о), \qquad (47)$$

где $КБП_к$ и $КБП_о$ – соответственно степень увлажняемости по Шашко после и до мелиорации. При этом знак ($\pm$) показывает, что мелиорация при ее неправильном планировании и осуществлении может давать и отрицательный эффект, например, при хищническом отношении к земле, стремлении получить сегодняшний эффект, не думая о будущем.

Для эффективности комплекса чисто отраслевая эффективность, которая, очевидно, в будущем станет хозрасчетной, пока является оценкой экологического эффекта Эк экологического блока комплекса. Остальные элементы суммарной эффективности комплекса Э, Эк, Эс, ее трех остальных сфер должны быть определены на основании положений "Типовой методики" 1988 г., с некоторыми ее модификациями для учета специфики комплекса.

В отечественной экономической науке давно сформировался взгляд, нашедший отображение в "Типовой методике определения экономической эффективности капиталовложений", по которому абсолютная эффективность измеряется отношением национального дохода к основным производственным фондам или приростам национального дохода к капиталовложениям (57). Однако определение национального дохода возможно до уровня республик.

Так как эффективность ирригационных комплексов обеспечивает ре-

Продолжение табл. 23

$\bar{П}_в$, руб.м^3	$r\bar{П}_в$, руб./м^3	$\Sigma Ц_в \cdot W_0$ млн.руб.	$Д_в \cdot W_0$ млн.руб.	$r\bar{П}_в \cdot W_0$ млн.руб.
0,075	0,044	22	-	976
0,079	0,050	92	I33,2	I259
0,086	0,058	307	333,2	I746
0,II7	0,075	504	933,2	2589
0,I47	0,III	62I	I993,4	3795

гиональный уровень, здесь невозможно получить абсолютную величину национального дохода. Поэтому Т.С.Хачатуров рекомендует пользоваться понятием эффективности общественного производства, определяемой как отношение чистой продукции, равной сумме заработной платы V и прибавочного продукта $\bar{m}$, к величине конечного продукта $P = V + m + d$ и нормативной эффективности фондов (57, с.38–40).

$$Э = \frac{V+m}{P+nФ} \quad . \tag{48}$$

Далее он переходит к оценке эффективности капиталовложений (с.I52-I53) как

$$Э = \frac{V+m}{K} \quad .$$

Учитывая, что в нарастании как продуктивности мелиорируемых земель, так и в формировании водного ресурса участвуют не только капвложения планируемого или отчетного периода, но и ранее включенные в основные фонды, мы должны, аналогично М.Г.Минцу, сделать поправку на участие в формировании прибылей несамортизированной части этих фондов.

$$(V_i + m_i + \bar{m}_i) \cdot (t) \frac{K_i(t)}{K_i(t) + Ф_i(t)}, \tag{49}$$

где $Ф_i(t)$ - несамортизированные фонды.

Одновременно эффективность функционирования этих несамортизированных фондов может оцениваться по приходящейся на них доле

прибылей

$$(m_i + \bar{m}_i)(t)\,\frac{\Phi_i(t)}{K_i(t)+\Phi_i(t)} \qquad (50)$$

В.М.Рябцев (49) показывает, что при анализе эффективности в отдельных регионах и зонах необходимо к величине чистой продукции добавлять долю налога с оборота, централизованно досчитываемую в нашей стране.

Учитывая, что в процессе создания водохозяйственных комплексов участвуют несколько отраслей (промышленность строительных материалов, строительство. сельское хозяйство, водное хозяйство, транспорт и т.д.), а также весь процесс строительства длится от 4 до 20 и более лет, в течение которых идет строительство и эксплуатация, а также создание прибылей, целесообразно оценку прямого эффекта комплекса ввести не по отношению чистой продукции к капиталовложениям, а по сумме остаточных затрат, приведенных к началу работ, за весь период строительства и освоения.

Определение абсолютного эффекта за любой период работы ВХК совпадает с рекомендациями Т.С.Хачатурова (57, с.19) об определении интегрального эффекта территориально-производственных комплексов.

Метод остаточных затрат был впервые применен у нас Ф.Ф.Губиным (12) применительно к гидротехническому строительству и величина их определена как

$$B = \sum_{t=1}^{T} \frac{K_{it} + E_{it} - \Delta ЧП_{it}}{(1+n)^{t-1}}, \qquad (51)$$

где ЧП - эксплуатационные затраты в отрасли в год t.

Использование метода остаточных затрат правомерно с двух точек зрения. Для государства не имеет значения, какие затраты в данном году идут на данные народнохозяйственные мероприятия - единовременные или текущие. Если капитальные (единовременные) вложения в данном году будут окупаться в том же году, это лишь показывает меру эффективности этих затрат.

С другой стороны, единовременные затраты каждого года в соответствии со значением абсолютной эффективности должны давать эффект не менее

$$\frac{m_i}{K_i} \geq n \quad \text{или} \quad nK_i \leq \Delta ЧП .$$

Так как $nK_i = K_i - (1-n)K_i$, то $K_i - \Delta ЧП \leq (1-n)K_i$.

В переходе к сумме отраслей $i \in N$ и к приведению разновременных затрат к году начала работ получим применительно к бюджетному учету межхозяйственных затрат в мелиорации и водном хозяйстве $E_{мхt}$

$$\sum_{t \in T} \frac{\sum_{i \in N} (K_{it} + E_{мхit} - m_{it})}{(1+n)^{t-1}} \leq \sum_{t \in T} \frac{\sum_{i \in N} (1-n) K_i}{(1+n)^{t-1}} \quad . \qquad (52)$$

Применение коэффициента дисконтирования к абсолютной эффективности оспаривается рядом экономистов. В то же время, если государство недополучает в течение ряда лет прибыль от стройки, то это замораживание или недополучение отдачи от затраченных основных средств обязательно приносит государству ущерб или, наоборот, увеличенную отдачу тем большую, чем больше сроки омертвления фондов.

Такая трактовка соответствует и приросту отраслевого продукта Т.С.Хачатурова - чем раньше фактическая абсолютная, а не только относительная прибыль от строительства и освоения поступает в доход государству, тем более многократно государство сможет направить ее на расширенное воспроизводство. Таким образом, ускорение капиталовложений и учет его во времени является абсолютным эффектом государства. Преимущества метода остаточных стоимостей проявляются в том, что эффективность может быть определена не вообще в целом объекта по какому-то расчетному году, а проанализирована в динамике в зависимости от интенсивности капиталовложений, их распределения по отраслям, годам, по направлениям и даже по площадям массива или его отдельным участкам в зависимости от их естественного плодородия и способа освоения. Этот метод, будучи запрограммирован, позволяет делать неограниченное количество сравнений по планам капиталовложений, по вариантам последовательного их инвестирования и продолжительности, а также проследить не только изменение эффективности в процессе строительства, но и в весь расчетный срок службы объектов - период освоения и длительной эксплуатации.

С учетом участия ряда отраслей, а также методики Т.С.Хачатурова, остаточные затраты получат следующее выражения, принимая нормативный лаг затрат одного года

$$B = \sum_{i \in N} \sum_{t \in T} \frac{K_{it} + E_{it} - [\bar{m}_{it} + \bar{\bar{m}}_{it} + V_{it}]}{(1+n)^{t-1}} \quad , \qquad (53)$$

Определение косвенного эффекта, выражающегося в доле ВХК в

связанных отраслях, до настоящего времени не производилось. Здесь имеются две стороны - необходимость вложений в сопряженные отрасли и учет прибылей от них. Т.С.Хачатуров (57, с.66-68) обосновывает необходимость учета сопряженных капиталовложений до второй ступени в развитие тех отраслей, от которых зависит ирригация, если нет резервных мощностей в этих отраслях. Величина дополнительных капиталовложений в эти отрасли ΔK_j должна быть прибавлена к величине капиталовложений в основные отрасли. В то же время доля орошаемого земледелия в прибылях этих связанных отраслей может быть определена, как было показано нами в работе (16), на основе расчета матричных коэффициентов взаимного участия отраслей в прибылях друг друга на основе межотраслевых балансов для тех или иных зон.

Величина косвенного эффекта определяется по отношению к основной прибыли орошаемого земледелия m_{it} в виде дополнительного коэффициента $(1 + K_K)$.

$$K_K = \frac{\sum_{i \in N} \cdot U_{ic} \cdot V_i - U_{ci} \cdot V_c}{V_c}, \qquad (54)$$

где U_{ic} - матричный коэффициент участия орошаемого земледелия в сопряженных отраслях i от 0 до N;

U_{ci} - суммарный матричный коэффициент участия сопряженных отраслей i в орошаемом земледелии V_t (отношение затрат продукций, поставленных отраслями орошаемому земледелию).

Величина сопряженного эффекта учитывается аналогично косвенному эффекту с введением коэффициента участия в прибылях и дополнительных капиталовложениях ΔK_c.

Наиболее сложным в стоимостном учете является определение социального эффекта развития орошения. Отдельные виды этого эффекта вообще не могут получить стоимостного выражения. К этому эффекту относятся улучшение общественного обслуживания, увеличение продуктов на душу населения как по количеству, так и по качеству, улучшение санитарного обслуживания и здравоохранение и т.д. Ряд экономистов предлагают эту часть эффекта считать сверх экономической. В то же время имеется социальный эффект, который может быть учтен экономическими методами. Сюда относится, в первую очередь, повышение занятости населения и средних доходов трудящихся.

Хотя в отечественной экономической науке вопросу социальной эффективности капиталовложений уделяется большое внимание, разработки эти носят в основном описательный и социологический характер, не

позволяющий оценить социальный эффект тех или иных крупных народнохозяйственных мероприятий в денежном выражении, или оценивающие этот эффект с помощью коэффициента значимости λ, определяемого умозрительно.

Нами (6) сделана попытка учитывать социальный эффект в виде изменения национального дохода в результате осуществления водохозяйственных работ.

Национальный доход, как известно, делится на части, идущие на накопление и на потребление. Учитывая, что в расчетах народнохозяйственного эффекта (прямая прибыль+доля налога с оборота) уже учтена эффективность части накопления, в расчетах социального эффекта мы берем лишь его долю, идущую на потребление. Эта доля по Узбекистану, по данным статистического управления на 1965-1990 гг., в среднем составляет 71,5%.

Суть предлагаемой нами методики определения социального эффекта сводится к следующему. Социальный эффект определяется по росту (снижению) темпов производительности труда и выработки от достигнутого уровня.

В этом случае социальный эффект от водохозяйственных мероприятий может быть выражен как разница по отношению к тому объему государственных дотаций, которые необходимо было бы сделать для обеспечения в регионе заданного роста благосостояния (увеличение национального дохода за период t $\Delta НД > 1$) без и при условии их осуществления.

$$Э_c = -\overline{НД}_{t-1}\left[\left(\Delta НД - \frac{\overline{НД}'_t}{НД_{t-1}}\cdot L'_t - \left(\Delta НД - \frac{\overline{НД}''_t}{\overline{НД}''_{t-1}}\right)L''_t\right]\right], \qquad (55)$$

где $\overline{НД}'_t$ и $\overline{НД}''_t$ - соответственно, показатели удельного национального дохода на конечный срок при осуществлении водохозяйственных работ и без них;

$\overline{НД}_{t-1}$ - исходный уровень национального дохода на душу населения;

L'_t и L''_t - соответственно, численность населения на конечный срок при осуществлении водохозяйственных мероприятий и без них.

Предположим, что на рассматриваемом массиве к исходному моменту $t-1$ население составляет 120 тыс.человек и исходный уровень национального дохода составляет 1200 руб./чел. На конечный срок выполнения водохозяйственного проекта предполагается, что население массива

без участия водохозяйственного проекта составит 184 тыс.человек, а с его участием за счет притока некоторого квалифицированного персонала вырастет до 190 тыс. человек. Директивный рост национального дохода за этот период составляет 25%, или $\Delta НД = 1{,}25$. Без осуществления водохозяйственных мероприятий ориентировочная величина национального дохода на душу населения составит за счет других мер 1280 руб./человека, а при его осуществлении 1440 руб./чел. Тогда социальный эффект составит

$$Э_c = 1200 \text{ руб./чел} \left[1{,}25 - \frac{1400}{1200}\right) \cdot 190 \cdot 10^3 - (1{,}25 - \frac{1200}{1200}) \cdot 184 \cdot 10^3 \Big] = 42{,}5 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

При учете эффекта только по $\bar{m}$ и m необходимо отдельно определить социальный эффект как изменение национального дохода в зависимости от увеличения занятости, которая будет определяться как функция увеличения производительности труда. Тогда

$$Э_c = (\overline{НД}_t - НД_{t-1}) L_t ,$$

$$\frac{\overline{НД}}{НД_{t-1}} = \frac{V_t \cdot L_{t-1}}{V_{t-1} \cdot L_t} ,$$

$$Э_c = \overline{НД}_{t-1} \cdot \frac{V_t \cdot L_{t-1} - V_{t-1} \cdot L_t}{V_{t-1}} . \qquad (56)$$

По формуле (56) необходимо рассматривать как зону развития орошения, так и зону, откуда миграция населения происходит, так как, если отток населения довольно значительный на новые земли, это может существенно повлиять на занятость и в том регионе, откуда идет миграция. Но оценивая социальный фактор на стороне эффекта, неправильно не учитывать и его на стороне затрат.

Многие исследователи отмечают, что основным фактором закрепления населения в зонах миграционного притока является обеспеченность жильем на более высоком уровне, чем в зоне оттока. Нами тоже отмечался этот фактор как один из важнейших стимулов привлечения людей на освоение Голодной степи. Однако это преимущество обеспечивается более высоким уровнем затрат на это жилье по отношению к нормативам. Так, по сравнению со среднереспубликанским уровнем в сельской местности жилье в системе Главирсовхозстроя за счет повышенного уровня капиталоемкости благоустройства выше на 30–42 руб./м^3. Это удорожание непроизводственного строительства, видимо, должно учитываться

на стороне капиталовложений как $\Delta K_н$ за весь период строительства.

По предложенной методике социального эффекта нами произведены прогноз и расчет эффективности орошения в Средней Азии при различных уровнях реконструкции и развития орошения, где величина социального эффекта оказалась соизмеримой с величиной прямого экономического эффекта.

Применение предложенной методики учета социального эффекта имеет очень большое значение при выборе зон первоочередного развития ВХК, использования водных ресурсов, земель под новые массивы, когда имеется большая альтернатива выбора объектов. Для густонаселенных районов засушливой зоны с высокими естественными темпами роста населения без развития орошения или при малых темпах роста его возникает отрицательный социально-экономический эффект от уменьшения занятости сельского населения. Он может быть ликвидирован только за счет соответствующего развития орошения или внедрения более трудоемких орошаемых культур с высокой доходностью (табак, виноград, садовые культуры и т.д.).

Одновременно учет социального эффекта (или ущерба) очень важен для оценки вододеления или водораспределения на перспективу и в оперативном плане, когда решается вопрос о том, кого и как ущемить из водопользователей при установлении ограниченных лимитов в условиях маловодья.

Особое место в оценке остаточных затрат имеет определенная функция экономического ущерба от недополучения продукции как в основном производстве, так и в сопряженных отраслях. Если бы в отчетной статистике и в механизме внутрипроизводственного учета не было влияния других факторов, то наиболее правильная величина ущерба (недобор эффекта) могла бы быть определена как

$$У_{щ_i} = n\,(K_{it} + Ф_{it}) - m_{it} \quad . \qquad (57)$$

Однако на недополученные прибыли могут повлиять не только невыпуск объема продукции вследствие недоводообеспеченности или потери продуктивности сопряженных отраслей, но и другие факторы как внешнего, так и внутрихозяйственного плана. Так же неверен и метод, по которому этот ущерб определяется как стоимость всей недополученной продукции

$$У_{щ_i} = Ц_i \cdot \Delta V_{it} \; .$$

Ясно, что если рабочая сила, основные доходы, затраты управленческой части и накладные расходы остались, бесспорно, на предприятиях теми же, то недополучение продукции сказывается и на уменьшении таких затрат, как затраты материалов, транспорт и ряд других. Поэтому нами для оценки $У_{щ_i}$ рекомендуется строить функцию прибыль-продукция для всех предприятий (или агрегированных) водопотребителей, участвующих в ВХК по методу огибающих или осредненных затрат (рис.2I), и по ним определить ущерб в основных и сопряженных отраслях как

$$У_{щ_i} = \Delta m_i (V_i).$$

рис.2I

В результате суммарная функция остаточных затрат может быть установлена по следующей зависимости

$$B = \sum_{i \in N} \sum_{t \in T} \frac{K_{it} + \Delta K_{ct} + \Delta K_{jt} + \Delta K_{nt} + E_{it} - [m_{it}(1+K_к)(1+K_c) + \bar{m}_{it}]}{(1+n)^{t-1}} + \sum_{к \in K} F_к \Delta \Pi_к -$$

$$- \sum_{t \in T} Э_{ct} + \sum_{t \in T} \frac{W_{воз t} \cdot \bar{Ц}_в(t; C_в) - W_{воз t} \cdot Ц_в(t; C_в)}{(1+n)^{t-1}} +$$

$$+ \sum_{t \ni T} \sum_{i \in N} \frac{У_{щ\, it}}{(1+n)^{t-1}} + \Delta Э'_к \quad . \qquad (58)$$

Абсолютная величина В показывает, сколько еще осталось до полной окупаемости капиталовложений и фондов. По изменению можно проследить динамичность нарастания абсолютной и относительной отдач.

Абсолютная эффективность достигается, если соблюдается предлагаемое выражение ($B < 0$), а срок окупаемости наступает когда

$$\sum_{t \in T_{ок}} \frac{\sum_{i \in N} B_{it} - \sum_{i \in N} (1-n) K_i}{(1+n)^{t-1}} = 0 \quad . \qquad (59)$$

Процедура построения программы управления и развития ВХР

Управление любой отраслью предполагает ряд временных этапов:

текущий - оперативное (годовое и внутригодовое) планирование и управление;

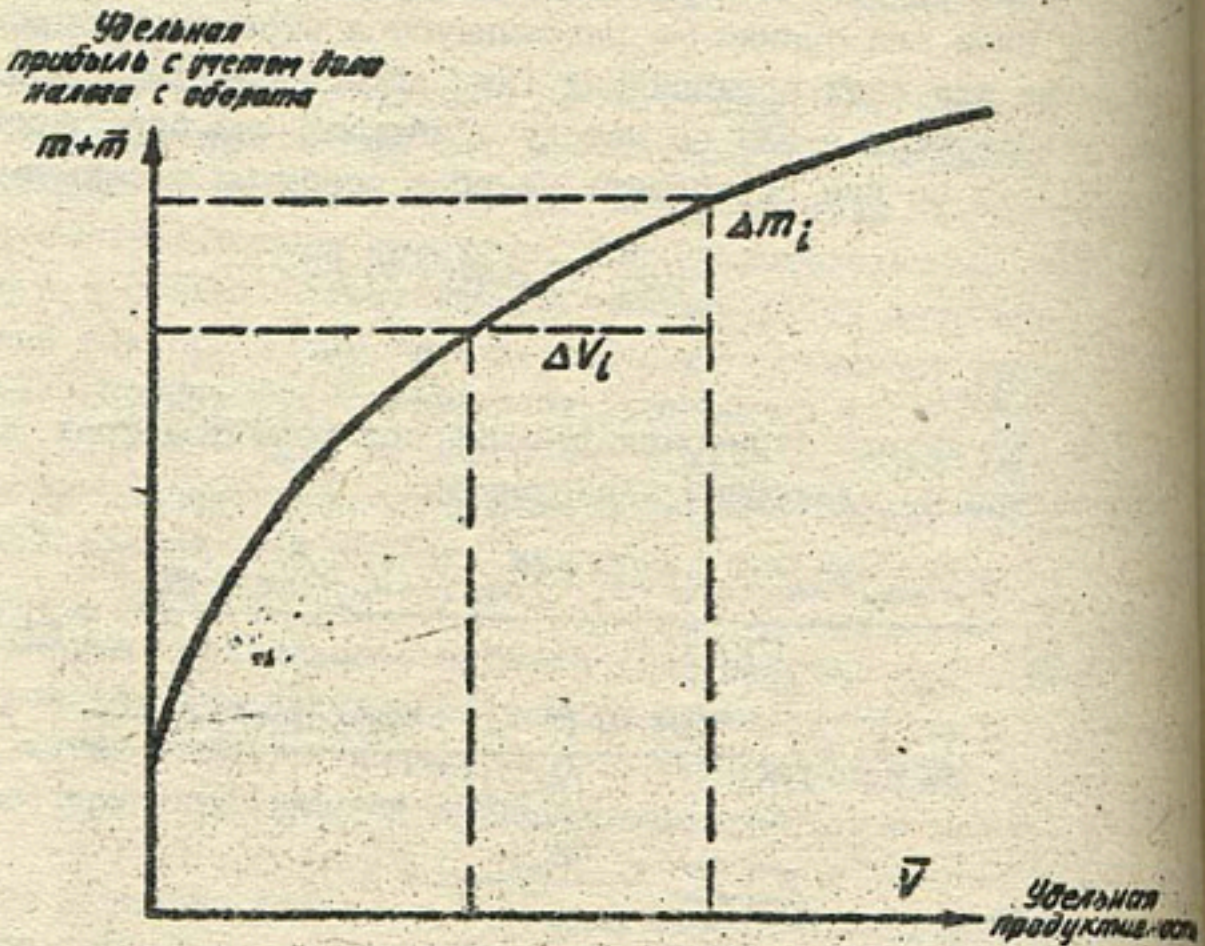


Рис. 2I. Оценка ущерба от недополученной продукции у водопотребителя

среднесрочный - пятилетнее планирование;

долгосрочный - десятилетнее планирование;

перспективный - долгосрочное (схемное) прогнозирование и планирование.

Водохозяйственные и мелиоративные мероприятия отличаются во временном разрезе двумя особенностями - длительностью периода осуществления (до 20 лет - строительство плотин, водно-энергетических комплексов) в связи с их масштабностью, а также еще более долгосрочными периодами доведения до проектных параметров и особенно стабилизации новых антропогенно-нарушенных природных циклов под влиянием этих мероприятий. Именно поэтому для отрасли в целом, так же как и для ВХК, задачи перспективного прогнозирования превращаются из задач чисто оценочных и прикидочных в непосредственный план действия по подготовке, проектированию и предварительным вкладам в их осуществление (создание необходимых баз, коммуникаций и так далее).

С учетом этого выбор задач управления ВХК как для текущего, так и для перспективного планирования строится по единой временной схеме:

анализ ретроспективного использования водных и мелиоративных ресурсов;

оценка динамики современного их состояния;

планирование.

В состав задач ретроспективно-информационного характера входит формирование массивов данных по наличию и использованию водных и земельных (по видам и годам) ресурсов, показателей их качественной и количественной динамики; экономических показателей продуктивности, оснащенности материальными, основными и другими обеспечивающими ресурсами. На основе этих массивов создается возможность установить природные и экономические закономерности структур, связей, циклов; проанализировать соответствие современного уровня водо- и землепользования оптимальным и нормативным временным показателям; выявить резервы и ошибки (или дефекты) в управлении и использовании, возможность их устранения, исправления и использования, стоимостная оценка затрат для этого. Анализ ретроспективных данных позволяет также выявить направленность и тенденцию сформировавшихся трендов, выявить чистые тренды и шумы, отклоняющие их.

Задачи современного состояния должны установить

состояние исходного уровня ВХК и его составляющих в их производительной способности как основы дальнейшего управления и использования,

оценку имеющегося потенциала дальнейшего развития,

характеристику наличных технических средств, инженерных сооружений, методов и средств управления, обеспеченности и характеристику информационной службы.

Особое внимание уделяется социально-экономическим и экологическим влиянием и сферам воздействия.

Задачи планирования, развития и управления (независимо от их временного шага) определяют выбор стратегии годового (или даже оперативного), пятилетнего и долгосрочного планирования на основе поиска оптимальных или других наилучших решений, удовлетворяющих наличным ограничениям и возможным ресурсам, выработанным процедкрам управления. При этом, как показано на рис.22, правила выработки стратегии всегда должны предусматривать в первую очередь наилучшее использование имеющихся ресурсов и потенциалов, а также недопущение ухудшения экологической обстановки.
(см. рис.22).

Последовательность процедуры здесь в какой-то степени напоминает типовую систему процедуры работы с системой сопровождения (42, с.226-230), но отличается последовательным перебором приоритетных критериев и ограничений (особенно экологических и ресурсных) одновременно с постоянным сопоставлением затрат и эффектов и итерационной оптимизацией.

В то же время общность и единство ВХК, его субкомплексов и блоков хорошо прослеживается при формировании информационно прогнозного обеспечения управления ВХК, которое по составу своих задач оказывается идентично для обоих субкомплексов, для его временных этапов. В табл.24 приведен основной набор таких задач управления и развития. Здесь в разрезе трех временных этапов приняты следующие обозначения методических приемов их осуществления: А - анализ; Р - расчет; ТП - текущие показатели; НО - натуральные обследования; И - испытания; ПВ - прогноз вероятностный; ПА - прогноз аналитический; ПД - прогноз условно детерминированный; ПС - прогноз статистический; ПЭ - прогноз экспертный.

Здесь же проявляется и другая особенность процедур в системе ВХР - общность рассмотрения и увязки информации по основным блокам, агрегируемым на различных ступенях иерархии субкомплекса территориального с доведением до массивов (или зон), а затем композиционно суммируемого в пределах водохозяйственных районов для увязки в мас-

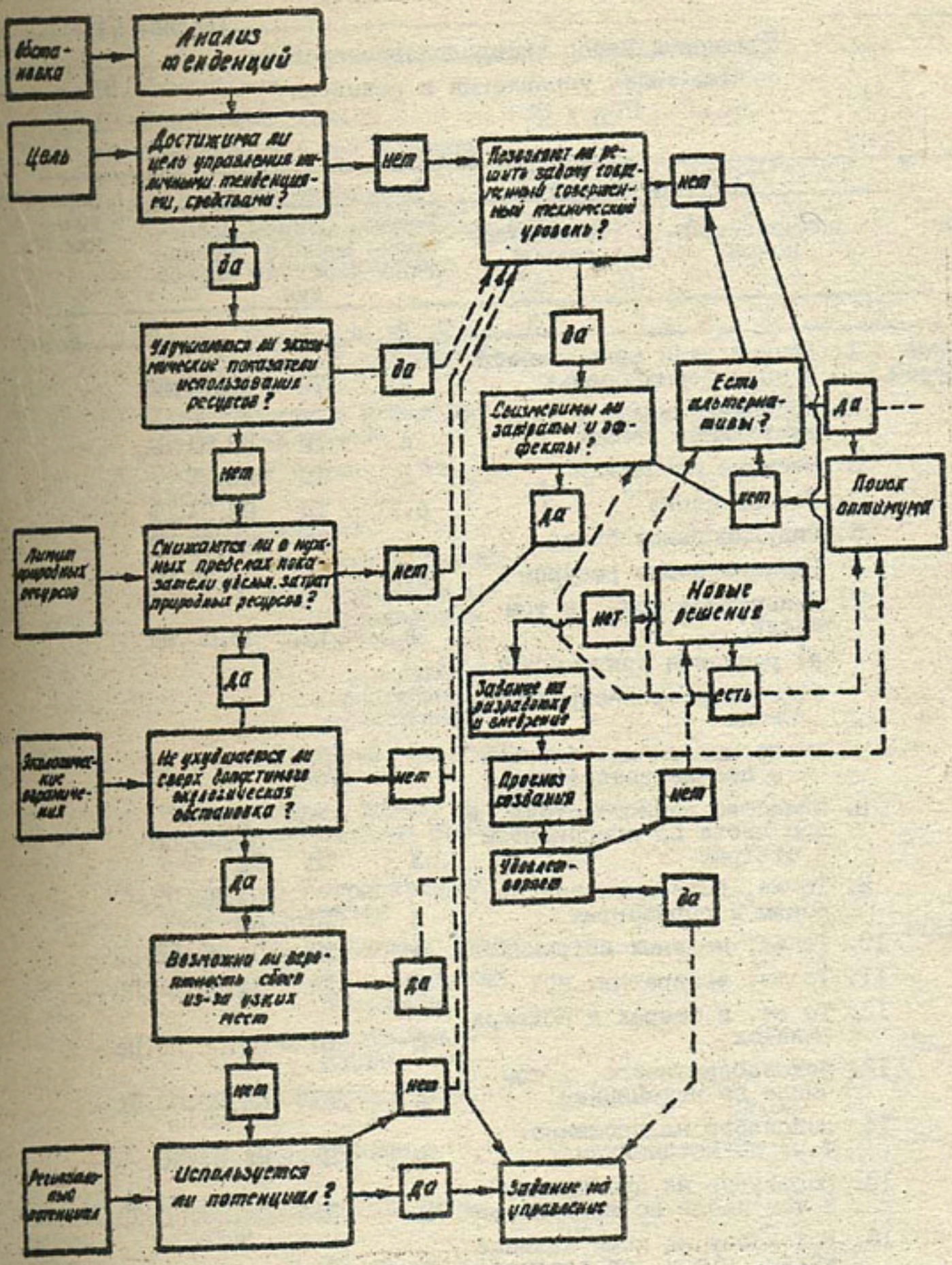


Рис. 22. СХЕМА ВЫРАБОТКИ РЕШЕНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ И ПЛАНИРОВАНИИ

Таблица 24

Примерный набор информационно-прогнозных задач управления и развития ВХК

Блок	Субкомплекс		Временные этапы			Справочная
	водохозяйственный	территориальный	Ретроспектива	Современное состояние	Планируемый период	
I	2	3	4	5	6	7
Водные ресурсы	I. Речной сток ненарушенный в зоне формирования		А	ТП	ПВ,ПД,ПС	-
	2. Подземные воды, в т.ч. утвержденные запасы		А	ТП	ПВ,ПД,ПА	-
	3. Местные источники		А	ТП	ПВ,ПС	-
	4. Потери стока		А,Р	ТП	ПС,ПА,ПД	-
	5. Регулирование стока		А	ТП	ПА,ПВ,ПД	-
	6. Располагаемые ресурсы		А,Р	Р	ПВ,ПД,ПС	-
	7. Возвратные воды, в том числе:		А	ТП,Р	ПВ,ПС,ПД	-
	а) русловая приточность					
	б) коллекторно-сбросные воды					
	в) промышленные, бытовые и прочие возвратные					
	8. Качество речного стока, в том числе по компонентам и створам		А	ТП	ПА,ПС,ПЭ ПВ	-
	9. То же, подземных вод по зонам и горизонтам		А	ТП	ПА,ПС,ПЭ, ПВ	-
	I0. То же, местных источников		А	ТП	ПА,ПС,ПЭ,ПВ	-
	II. То же, возвратных вод		А	ТП	ПА,ПС,ПЭ,ПВ	-
	I2. То же, в озерах и водохранилищах		А	ТП	ПА,ПС,ПЭ,ПВ	-
	I3. Водозаборы всего, в том числе по источникам		А	ТП	ПД,ПС,ПЭ,ПА	-
	I4. Водозабор на орошение, в т.ч. по источникам		А	ТП	ПА,ПЭ,ПС	-
	I5. Водозабор на промнужды, в том числе по источникам		А	ТП	ПА,ПЭ,ПС,ПВ	-
	I6. Водозабор на коммунальные нужды, в т.ч. по источникам		А	ТП	ПА,ПВ	
	I7. Энергетические попуски		А	ТП	ПА,ПВ	

Продолжение табл. 24

1	2	3	4	5	6	7
	18. Санпопуски		А	ТП	ПА,ПЭ	–
	19. Требования дельты		А	ТП	ПА,ПС	–
	20. Требования рыбного хозяйства		А	ТП	ПА,ПД,ПЭ	–
	21-28. То же, задачи по безвозвратному водопотреблению		Р	Р	ПА,ПС,ПД	–
	29. Стоимостные показатели воды		А	ТП	Р	–
Орошаемое земледелие	1. Земли, пригодные к орошению, в т.ч. по классам бонитета		–	–	–	НО,И
	2. Характеристика использования всех земель		А	ТП	ПА,ПЭ,ПС	–
	3. Орошаемые земли, в том числе		А	ТП	ПА,ПС	–
		а) по культурам				–
		б) по источникам орошения				
		в) в привязке к оросительным системам				
		г) в привязке к мелиоративному районированию				
		д) то же, по каналам				
	4. Районирование земель по геоморфологическим признакам		–	–	–	НО,И
	5. То же, по гидрогеологическим признакам		–	–	–	НО,И
	6. То же, по почвенным типам		–	–	–	НО,И
	7. По эрозионным признакам		–	–	–	НО,И
	8. По просадочности		–	–	–	НО,И
	9. Земли засоленные, в т.ч. по типам		А	ТП	ПА,ПС	–
	10. Земли дренированные		А	ТП	ПА,ПС	НО
Характеристика мелиоративных земель	1. Районирование по видам систем		НО	–	Р	–
	2. То же, по технике полива		НО	–	Р	–
	3. То же, по мелиоративным режимам		НО	–	Р	

Продолжение табл. 24

1	2	3	4	5	6	7
					)	-
4.	Оросительные нормы нетто и брутто		А	ТП	ПА,ПС,ПЭ	-
5.	Промывная норма		А	ТП	ПА,ПС,ПЭ	-
6.	КПД систем, в т.ч. меж- и внутрихозяйственный		А	ТП	ПА,ПС,ПЭ	-
7.	КПД техники полива		А	ТП	ПА,ПС,ПЭ	-
8.	Уровни грунтовых вод, в т.ч. по периодам		А	ТП	ПА,ПС,ПЭ	-
9.	Минерализация грунтовых вод, в т.ч. по периодам		А	ТП	ПА,ПС,ПЭ	-
10.	Коэффициент земельного использования		А	ТП	ПА,ПС	-
	11.	Удельная протяженность оросительной сети по видам	НО	-	А	-
	12.	То же, коллекторно-дренажной сети	НО	-	А	-
	13.	Состояние сети	НО	-	А	-
14.	Площади, требующие реконструкции		-	-	Р	-
15.	То же, мелиоративного улучшения		-	-	Р	-
16.	То же, планировки земель		-	-	Р	-
17.	Продуктивность земель до орошения		А	ТП	ПА,ПС	-
18.	То же, при орошении		А	ТП	ПА,ПС,ПЭ	-
	19.	Потенциальная продуктивность				Р
	20.	Действительно возможный урожай				Р
	21.	"Урожай в хозяйстве"	А	ТП	ПА,ПС,ПВ	-
22.	Капиталовложения в новое строительство по видам		А	ТП	Р	-
23.	То же, в реконструкцию по его видам		А	ТП	Р	-

1	2	3	4	5	6	7
Население, экономические показатели	I.	Население, в т.ч. по видам и зонам	А	ТП	ПА,ПС,ПВ,ПД	-
	2.	Занятость населения, в т.ч. по видам и зонам	А	ТП	ПА,ПС,ПВ,ПД	-
	3.	Потребность в продуктах питания, в т.ч. по видам и зонам	А	ТП	ПА,ПЭ	НО
	4.	Динамика роста	-	-	Р	-
	5.	Национальный доход	А	ТП	ПА,ПС,ПВ	-
		а) производимый				
		б) потребляемый				
Промышленность, энергетика и прочие водопотребители	I.	Валовая продукция по отраслям и зонам	А	ТП	Р	И
	2.	Чистая продукция по отраслям и зонам	А	ТП	Р	И
	3.	Прогноз роста			ПА ПВ	-
	4.	Прогноз отраслевых цен			ПА ПВ	-
	5.	Налог с оборота отраслей	А	ТП	Р	-
	6.	Требования отраслей к рабочей силе	А	ТП	Р	-
	7.	Стоимость вовлечения людей в отрасли	А	ТП	Р	-
	8.	Расход воды на единицу продукции отрасли	А	ТП	Р	-
	9.	Затраты на природоохранные меры	А	ТП	Р	-
	I0.	Основные фонды по видам	А	ТП	Р	-
	II.	Себестоимость по видам затрат и отраслям	А	ТП	ПА,ПС,ПВ	-
	I2.	Прибыль (убыток) по всем отраслям	А	ТП	ПА,ПС,ПВ	-
	I3.	Совокупный эффект по отраслям	А	ТП	ПА,ПС,ПВ	-
	I4.	Социальный эффект по отраслям	Р	Р	ПА,ПС,ПВ	

штабах всего ВХК. Эти целевые блоки одни во всех целевых программах ВХК: водные ресурсы, их использование; земельные ресурсы и т.д.

Приведенные структурные и методические положения далее, исходя из принципов целевого комплексного планирования, рекомендуются к применению в построении системы управления ВХК и его составляющих.

Таким образом, ВХК в соответствии с программно-целевым комплексным подходом приобретает единый целевой, компонентный, структурный, функциональный, интегративный и критериальный аспекты формирования (4).

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ

Централизованное управление ВХК

Сложившееся в стране децентрализованное управление большей частью водных бассейнов давно показало себя недейственным, особенно в условиях нарастания дефицита водных ресурсов. Недостатки этого управления, проявляющиеся в самовольном использовании воды, сокрытии фактических водозаборов, безответственности, в ухудшении качества вод и всей экологической обстановки, привели к тому, что с 1982 г. бывшее Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР настойчиво пыталось вводить, начиная с остродефицитных бассейнов, централизованное управление. Необходимость этого была признана рядом правительственных положений. Однако практическое осуществление этой реорганизации наткнулось на многочисленные препятствия и противодействие как местных органов, так и целых ведомств.

С 1982 г. по бассейнам более дефицитных рек введены лимиты водозаборов и водопользования. Далее, несмотря на то, что водными ресурсами бассейнов управляют различные ведомства и министерства, целым рядом законодательных документов было подчеркнуто, что в период дефицита управление всеми гидросооружениями осуществляется вне зависимости от их подчиненности по режиму, установленному ранее Минводхозом СССР, Комиссией по продовольствию.

Сказать, что такие меры остались безрезультатными было бы неверным, ибо за 1982-1988 гг. удельные водозаборы на реках с таким лимитированным управлением резко снизились. В Средней Азии, например,

-с 18,3 до 13,7 тыс.м^3/га. Однако много причин мешает сделать это управление точным и реальным.

Во-первых, учет количества поверхностных вод и их прогноз осуществляет Госкомитет СССР по гидрометеорологии и охране окружающей среды. Если периодичность учета, в основном, удовлетворяет задачам народного хозяйства, то качество и периодичность прогнозов явно неудовлетворительные. Зачастую на одной реке учет стока ведут несколько организаций гидрометслужбы: на Сырдарье - Киргизское, Узбекское и Казахское управления, Зерафшане - Таджикское и Узбекское. Иногда возникают разногласия по учету даже между этими службами одного ведомства. Учет подземных вод возложен на органы министерства геологии. Но они занимаются большей частью прогнозами и оценкой статистических, динамических и эксплуатационных запасов и почти не ведут учета использования, отбора и особенно взаимосвязи подземных и поверхностных вод. Поэтому этот учет совершенно не годится для задач оперативного управления.

Во-вторых, водопользование и водозабор ведутся каждым водопользователем по мере своих потребностей и возможностей их удовлетворения. Большей частью это зависит от конструкции сооружений, предназначенных для тех или иных функций, диапазона их маневрирования и расположения по длине реки. Все вышерасположенные водопользователи и водопотребители находятся в привилегированном положении по отношению к нижерасположенным. Почти на всех реках страны министерство энергетики, в ведении которого находятся все электростанции с их комплексами, оказывает доминирующее влияние на режим пропусков по реке, наполнения водохранилищ и т.д. Даже в периоды острейших маловодий по среднеазиатским рекам в 1974, 1975, 1977, 1982 гг. неоднократно, несмотря на указания минводхоза о переходе на ирригационный режим реки, осуществлялись неплановые попуски в интересах суточного регулирования энергопотребителей из таких больших водохранилищ, как Кайраккумское, Нурекское и т.д.

Все водозаборы на реках и притоках вне гидроузлов электростанций находятся на балансе непосредственно республиканских минводхозов, его областных и районных организаций (в зависимости от объема удельного водозабора) и даже самих водопотребителей (промышленных предприятий, коммунальных хозяйств, даже отдельных совхозов и колхозов). В результате на такой реке, как Сырдарья, имеется несколько тысяч водозаборов разного типа, находящихся под эгидой сотен организаций. Понятно, что взять их все в одни руки достаточно сложно, но

если учесть, что 80% водозабора осуществляется 90 сооружениями, расходами более 10 м^3/с, то становится ясной необходимость путем централизации в едином органе этих крупных водозаборов управлять по сути всей рекой.

В этих же единых руках должен находиться и учет всех водозаборов и, более того, возвратов (сбросов) коллекторно-дренажных и сбросных вод в бассейне.

В условиях средней водности и особенно маловодных очень заметны трудности управления при таком большом числе самостоятельно управляющих воздействий на главный водный источник - ствол реки, так как в эти годы острее проявляются противоречия между водопользователями и водопотребителями.

В результате децентрализованную или частично централизованную систему управления бассейнами рек в зоне орошения характеризуют следующие основные недостатки:

отсутствие точного и возможность искажения учета формирования водных ресурсов во всех их разновидностях и использования (отборов и возврата) воды потребителями и пользователями;

наличие различных несогласованных и несоподчиненных управляющих воздействий на водные ресурсы;

отсутствие единых подходов к оптимальным критериям управления ВХК для достижения максимального народнохозяйственного эффекта от его функционирования;

отсутствие постоянного контроля за качеством воды, источниками загрязнения;

возможность появления необъективных заявок на воду, особенно в интересах орошаемого земледелия, недоучета в оперативном водопотреблении, изменения метеорологических и природно-хозяйственных факторов, а также недостаточный контроль за использованием воды во всех уровнях ВХК;

недостаточная обоснованность прогнозов водных ресурсов и их несоответствие потребностям управляющих органов ВХК.

Устранить перечисленные недостатки можно, если создать единый централизованный орган для рационального использования водных ресурсов в бассейне - службу управления бассейном (СУБ).

В 1987 г. после двухкратных правительственных постановлений были созданы первые такие службы бассейна в виде водохозяйственных бассейновых объединений Сырдарьи с центром в Ташкенте и Амударьи с центром в Ургенче. Но их нельзя признать полностью централизованными, ибо

Минэнерго оставляет за собой Нурекский гидроузел по Амударье, Токтогульский на Нарыне, Кайраккумский и Фархадский на Сырдарье. Кроме того, правительства среднеазиатских республик всячески затягивают передачу водохранилищ, водозаборов и других водохозяйственных сооружений, даже находящихся в ведении минводхозов республик.

БВО Сырдарьи, например, ныне формально управляет лишь половиной реки - практически от слияния Карадарьи и Нарына до Чардаринской плотины. Верховья всячески парализуются действиями Киргизского минводхоза, низовья - Минводхоза Казахстана. По Амударье положение еще хуже - БВО здесь владеет лишь 30% крупных речных водозаборов по стволу и совершенно не управляет верхним течением. Более того, бесхозными были и остаются русла самих рек. Каждая область на участке реки, прилегающим к своей территории, занимаясь защитой своих берегов и зачастую отбивая поток от своих границ, нарушает противоположный берег русла. Хорезмцы направляют поток на южную Каракалпакию, те в свою очередь - на Ташауз; ташаузцы, не оставаясь в долгу, отбивают русло к каракалпакам. Это приводит к огромным излишним затратам средств, к постоянному нарушению русловых процессов и связанных с ними территорий. Более того, бесхозные русла Сырдарьи и Амударьи потеряли свое экологическое значение: в поймах почти исчезли тугаи; в некоторых местах русло подперло коллектора, особенно по Сырдарье, во многих местах идет стихийная разработка многих карьеров прямо в русле реки с опасностью для сооружений. Поэтому вопрос о централизации управления водными ресурсами является не менее важным, чем вопросы единого управления энергетикой, топливом, связью, транспортом и т.д. Необходимость такого управления очевидна, она проистекает из нарастающего повсеместно дефицита водных ресурсов по количеству и качеству, из природных и экономических объективных требований реального бытия и особенно дальнейшего развития.

Действительно, все воды в бассейне имеют единую природную основу и тесно взаимосвязаны. Нельзя отнимать, как предлагают некоторые, до 60 км^3 из статистических и невозобновляемых эксплуатационных запасов, например, в бассейне Аральского моря, при объеме 15 км^3 возобновляемых подземных вод, чтобы не уменьшить резко поверхностный сток Сырдарьи и Амударьи.

С другой стороны, нельзя, перехватывая в водохранилищах в верховьях поверхностный сток, не учитывать влияние его на ресурсы возобновляемых подземных вод. Далее, именно это единство природных вод привело к тому, что древние законы всегда считали воду общим.

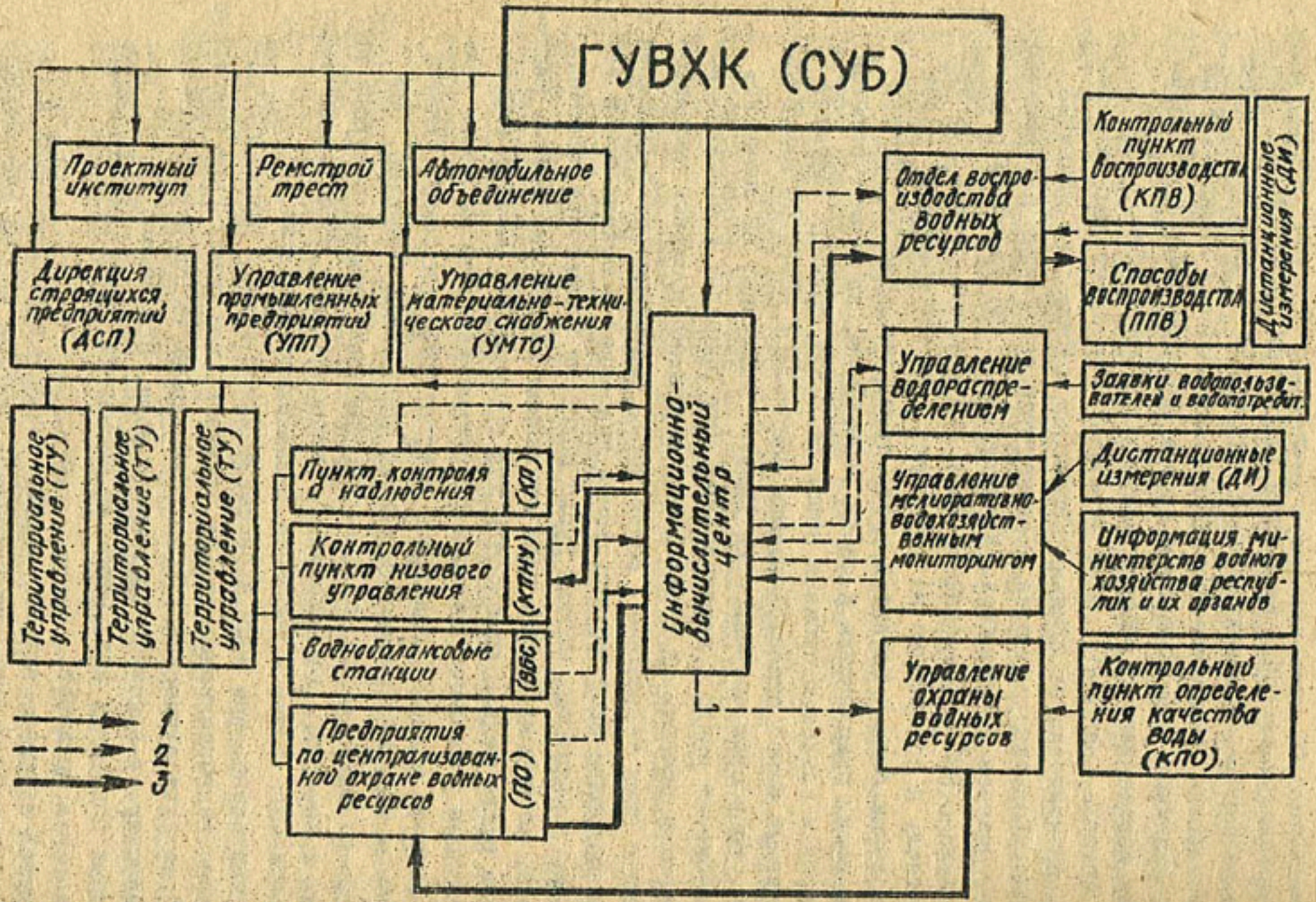


Рис. 23. УПРАВЛЯЮЩИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СВЯЗИ ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВХК: I – подчинение; 2 – информация; 3 – управление

а не частным или даже территориальным достоянием.

С экономической точки зрения вода, как беспримерный фактор и условие экономического развития, должна управляться и распределяться исключительно с позиций равенства социально-экономических и экологических условий для различных участников ВХК, включая республики, области, районы.

Именно с этих позиций единое государственное или единое ассоциатированное (на основе делегирования участниками своих равных прав) управление бассейнами обязательно и бесспорно.

СУБ (рис. 23) должна выполнять как основные функции управления бассейном, так и обеспечивающие. К основным функциям относятся формирование водных ресурсов (или воспроизводство их), охрана вод и окружающей среды, водораспределение и водоподача, а также контроль за использованием воды, орошаемых земель, слежение за изменением в долговременных их показателях (мелиоративно-водохозяйственный мониторинг), которые требуют от соответствующих функциональных подразделений. Кроме того, СУБ или упрводхозу для выполнения этих функций необходимо иметь набор обеспечивающих подразделений, выполняющих целый ряд вспомогательных функций: вычислительный центр с набором системного, программного и информационного обеспечения; энергетика и связь; ремонтную службу; промышленную базу; аппарат заказчика и проектных работ. Следует иметь в виду, что на эту вспомогательную службу возлагается обеспечение нормальной жизнедеятельности огромного объема фондов, скажем, для бассейна Сырдарьи - около 2 млрд. руб., разбросанных от вершин Тяньшаня до побережья Аральского моря.

Более того, СУБ должна постоянно увязывать как непосредственно управляемые водные ресурсы, водозаборы, попуски, так и входящие в информационную сеть контролируемые пункты и планируемо-указанные факторы.

Например, формирование водных ресурсов. При анализе водохозяйственной обстановки надо четко знать возможности управления ими с помощью управляемых непосредственно сооружений и воздействий, таких, как водохранилища сезонного и многолетнего регулирования, межбассейновые переброски, а в будущем управление ледниками и осадками. Но одновременно следует учитывать и территориально разбросанные, а иногда и не связанные непосредственно со стволом реки подземные водозаборы из скважин, местные источники (карасу, водоемы), из которых удовлет-

воряется часть водопотребления в бассейне в целом. С другой стороны, важно учесть и в определенной степени управлять динамикой возвратных вод по объему зависимых и от режима водозабора и от мелиоративного состояния земель. Если водозаборами и водоподачей СУБ управляет непосредственно, то особенности режима возвратных вод могут быть достаточно запрогнозированы при наличии информации на орошаемом массиве и воздействии на них внутрисистемного использования дренажных вод, режима скважин вертикального дренажа и т.д. Здесь на помощь должны прийти наряду с информативной связью функции "мелиоративного состояния земель" на обслуживаемом массиве с "формированием водных ресурсов" и определенные контрольные сооружения и мероприятия, находящиеся в непосредственном подчинении верхней ступени СУБ. Сюда относятся эталонные воднобалансовые станции (ЭВБС), позволяющие оценивать соотношения между элементами водного и солевого баланса для типовых таксономических природно-мелиоративных единиц, включая соотношение между водоподачей и дренажем, а также система дистанционных измерений, проводимых с помощью аэрофотосъемки и космической информации. Они позволяют оценить степень засоления почвогрунтов и определить необходимость промывных поливов, установить глубину грунтовых вод, размеры площадей, занятых различными культурами, и их состояние и получить другую информацию.

СУБ объемлет большой круг вопросов, проблем, объектов управления. Он связан и является как бы верхним уровнем иерархии управления во всем водном хозяйстве. На некоторые из СУБ выходят целые министерства водного хозяйства республик, если бассейн является межреспубликанским (Сырдарья, Днепр, Амударья, Иртыш, Кура и т.д.) или они имеют общесоюзное значение (Волга, Обь, Енисей и т.д.). Тогда главное управление ВХК должно быть на уровне и в правах министерства республики.

Основные задачи главного управления ВХК заключаются в обеспечении оптимального распределения и рационального использования водных ресурсов автоматизированными системами управления водохозяйственными комплексами рек в интересах народного хозяйства; составлении отраслевой схемы развития АСУ ВХК;

установлении и осуществлении перспективного и текущего режимов работы комплекса сооружений, входящих в ВХК, исходя из использования всех водных ресурсов в бассейне (поверхностных, подземных и возвратных) с максимальным эффектом для народного хозяйства и с последующим переходом к централизованному воспроизводству водных ресурсов в

пределах бассейна;

осуществлении контроля за мелиоративным состоянием земель и прогнозирования водопотребления на региональном уровне с помощью сети воднобалансовых станций и систем дистанционных наблюдений, на основе которых будут разрабатываться укрупненные рекомендации по регионально-мелиоративным мероприятиям и суммарным водозабором;

строительстве вновь создаваемых АСУ ВХК и их эксплуатации;

контроле за качеством водных ресурсов (подземных, поверхностных и возвратных), разработке и реализации мероприятий по улучшению качества воды, осуществлении мероприятий по строительству в перспективе централизованных межреспубликанских и межотраслевых водохранилищ комплексов, включая создание предприятий по очистке вод и их деминерализации, внедрении бессточных систем водопользования, централизованных очистных сооружений и т.д.

решении вопросов межреспубликанского и межотраслевого водораспределения с учетом интересов всех водопользователей и принципа равных ущербов при дефиците воды;

планировании заборов и подачи воды на основе планов водопользования, представленных республиканскими органами с учетом установленных лимитов;

определения режима работы и оперативном руководстве наполнением и использованием водных ресурсов водохранилищ;

осуществлении технической эксплуатации сооружений, регулировании русел рек и притоков;

проектировании и выполнении капитальных и текущих ремонтов объектов ВХК.

Структура Главного управления ВХК представлена низовыми управляющими звеньями - территориальными управлениями, обеспечивающими производственными предприятиями и функциональными отделами и управлениями. Территориальные управления (ТУ) охватывают часть бассейна, обычно ограниченную замыкающими створами по реке (плотинами или гидрометрическими постами), имеющую определенное геоморфологическое единство. Например, бассейн Сырдарьи разделен на шесть территориальных управлений: по долине Нарына - Учкурганское ТУ, Карадарья - Андижанское ТУ, в Ферганской долине - Ленинабадское ТУ; среднему течению (Голодная и Дальверзинская степи) - Гулистанское ТУ; Чирчик-Ангренскому району - Чакыр-Чирчикской ТУ и нижнему течению - Кзылординское ТУ. В каждом ТУ имеются пункты контроля и наблюдения, контроль-

ные пункты низового управления (КПНУ), воднобалансовые станции. В будущем предполагаются предприятия по централизованной охране водных ресурсов.

Пункты контроля и наблюдения (КП) представляются точками наблюдения, не несущими функции управления, а только сбора и передачи (а кое-где и обработки) данных. Это посты уровней и расходов воды в реках, коллекторах, каналах, притоках, сбросах и т.д. Они информационные точки, учитывающие работу скважин на водозаборах, индикаторы аварийных ситуаций различных гидротехнических сооружений и узлов (датчики максимального и минимального уровней), каналов и русел. Это целый ряд контрольных пунктов сбора информации с зоны формирования стока - контрольных пунктов воспроизводства (КПВ) в виде датчиков температур на ледниках, слоя снега, предельной волны и т.п. Особый вид КП представляют из себя контрольные пункты определения качества воды (КПО). В отличие от существующей дискретной системы учета они должны вести постоянную регистрацию непрерывных изменений качества воды в реках, коллекторах, сбросах по определенным показателям. На некоторых реках, там, где существует проблема наносов, должны быть установлены датчики содержания наносов.

КПНУ - включают пункты низового наблюдения и управления, т.е. пункты, где не только снимаются определенные показатели, но и даются обратные указания на изменение режима (открытие или закрытие щитов, включение или выключение скважин, увеличение или уменьшение напора и т.д.

Основная деятельность ГУ ВХК осуществляется на уровне годового (текущего) планирования и оперативного управления.

Текущее планирование и оперативное управление включает целый набор задач, постоянно функционирующий на всех уровнях ВХК, с целью найти наиболее рациональное (оптимальное) решение удовлетворения потребностей всех участников комплекса бассейна. Этот набор распределяется на несколько подсистем, объединяющих эти задачи по группам и видам: водные ресурсы; водопотребление и водопользование; планирование; оперативное управление; учет и контроль (рис.24).

Отдел воспроизводства водных ресурсов ГУ ВХК осуществляет оценку всех водных ресурсов в бассейне и в его ВХР на основе собственных данных ВХК, Гидрометслужбы, органов минводхозов республик, министерства геологии и т.д. (желательно весь учет вод, как поверхностных, так и подземных, сосредоточить по принадлежности в ГУ ВХК, в министерствах водного хозяйства республик и их органов на местах). При этом,

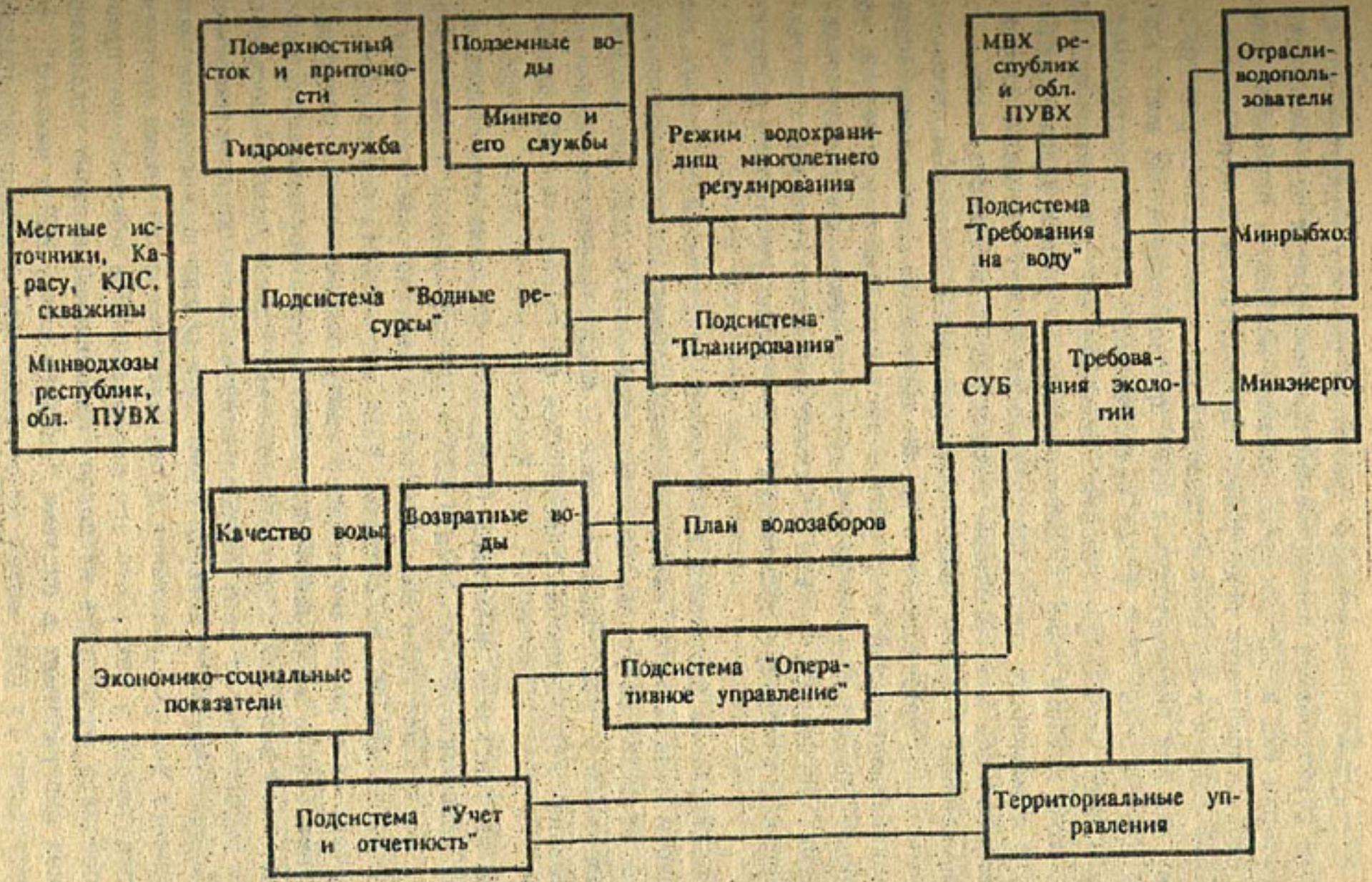


Рис. 24. СХЕМА ПОДСИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВХК

наряду с текущим и оперативным прогнозом речного ненарушенного стока в зоне формирования одновременно прогнозируются все имеющиеся на территории ВХК и ВХР ресурсы, включая местные и подземные воды, потери стока, подземную приточность антропогенные и естественные возвратные воды и т.д. Служба проводит сопоставительные расчеты и анализы, так как гидрометслужба дает прогноз возвратных вод в виде боковой приточности. Она, кроме естественного стока с водосборной площади и подрусловой приточности, включает еще и антропогенные возвратные воды которые сами по себе зависят от режима водозаборов. Поэтому в обязанности этого подразделения входит уточнение связей между водозабором и возвратными водами как по количеству, так и по лагу отставания, а также между поверхностным и подземным стоком.

Отдел водораспределения собирает заявки от всех водопотребителей и водопользователей и, с учетом экологических потребностей, устанавливает общую потребность в воде на определенные расчетные периоды (год, вегетация, декада). Однако эти заявки служба обязательно проверяет, используя собираемую и постоянно уточняемую информацию.

Сопоставление расчетных и заявочных показателей позволяет выявить ошибки и завышения, несоответствие нормативов установленным заданиям по снижению удельного водопотребления и т.д. После этого по согласованию с водопользователями и водопотребителями делается окончательная корректировка заявок. Все это передается ИВЦ для обработки.

ИВЦ на основании имеющейся информации проводит сопоставление реальных возможностей бассейна и ВХР в удовлетворении потребностей в воде и составляет план распределения и перераспределения между ВХР на год, вегетацию, по декадам, если потребности покрываются. В этом случае, если возникает дефицит между потребностью и ресурсами, для решения задачи распределения привлекается информация об ущербах от недопоставки воды. Для этого в подсистеме "планирование" сосредотачивается информация от всех потребителей о связи "продуктивность воды-водообеспеченность", которая используется для выработки оптимального варианта водораспределения в соответствии с принятыми критериями. Следует иметь в виду, что все математическое обеспечение управления позволяет выработать наиболее рациональный вариант вододеления, но так как оно работает в системе "диалога между ЛПР и машиной", то ЛПР (руководство ГУ ВХК) может по согласованию с водопользователями

и водопотребителями принимать любое отличное решение на управление. В этом случае машина выдает оценку ущерба по отношению к оптимальному варианту от принятия данного режима вододеления.

В обязанности управления распределения входит постоянная корректировка вододеления в зависимости от текущей гидрологической обстановки. При этом при уменьшении водопотребностей корректировка проводится без перерасчета всего годового и вегетационного режимов работы ВХК, а при увеличении потребностей (скажем, при появлении сверх среднемноголетних повышенных величин испарения) пересматривается весь режим попусков и водоподачи ВХК.

Управление мелиоративно-водохозяйственного мониторинга осуществляет работу, опираясь на сеть эталонных воднобалансовых станций дистанционных наблюдений, на проводимое и постоянное уточняемое районирование земель по мелиоративным признакам. Это управление, постоянно накапливая информацию о мелиоративном состоянии земель в бассейне с помощью дистанционных измерений и данных воднобалансовых станций, обеспечивает ИВЦ сведениями о затратах воды на орошение, о целесообразном и возможном их снижении, о связи "урожай-водообеспеченность". Кроме того, оно осуществляет контакты с мелиоративной службой минводхозов республик и облУОСов по совершенствованию мелиоративного состояния земель, переходу на оптимальные мелиоративные режимы с целью снижения удельных расходов воды, наконец, дает рекомендации по возможному внутрисистемному использованию минерализованных коллекторно-дренажных вод и оценивает влияние этого отбора на возвратные воды. В этом же подразделении ведется учет агрегированных показателей экономической информации для постоянной оценки тех влияний, которые вносят те или иные мероприятия по управлению.

Кроме того, этой службой накапливаются данные для оценки долговременных мероприятий.

Создаваемое в перспективе управление охраны водных ресурсов будет иметь свою систему стационарных и мобильных автоматических контрольных пунктов определения качества воды и в будущем - систему централизованных предприятий по очистке, деминерализации, охране и т.д.

Автоматизированная система управления бассейнами (АСУБ)

АСУБ предназначается для выполнения повседневных оперативных задач ВХК с целью рационального использования водных ресурсов бассейна. АСУБ, хотя и затрагивает и связанас прогнозными задачами в многолетней перспективе, но в основном определяет линию поведения и планирования водными ресурсами бассейна в данном расчетном году и в отдельные его периоды, осуществляет вододеление в соответствии с этими планами и, наконец, оперативное управление работой сооружений, входящих в ВХК, для того, чтобы выполнить стратегию управления, намеченную планом данного года.

В целом принципы, заложенные в АСУБ бассейна, и схема связей его подсистем, сводятся к следующему.

На основе оценки всех имеющихся и ожидаемых в данном году водных ресурсов определяется тот объем воды, которым управление бассейна будет располагать для использования в интересах общества и экономики. Далее оцениваются требования на воду для всех зон и отраслей, а также экологических нужд.

Исходя из соотношения прогноза водных ресурсов и потребления воды устанавливается план работы ВХК. С учетом возможностей многолетнего регулирования стока это планирование должно определить не только объем располагаемого для использования водного ресурса, но и ту стратегию накопления или сработки, а также конкретные объемы воды, которые должны быть отданы (либо могут быть забраны) из емкостей многолетних водохранилищ. Поэтому здесь вырабатывается несколько правил управления по разным уровням иерархии.

По первому правилу линия поведения по наполнению или опорожнению водохранилищ многолетнего регулирования определяется исходя из критерия минимума суммарного ущерба от недодачи воды в целом всем водопотребителям (включая и экологические требования) за расчетный промежуток лет.

С учетом установленного по этому правилу задания по накоплению и сработке водохранилищ на данный год ($\pm \Delta W_{6x}$) должно быть проведено распределение водных ресурсов между потребителями и зонами. Конкретные распределения воды по периодам времени между потребителями и зонами должны строиться, конечно исходя из максимума суммарной продукции, получаемой в интересах всей экономики с учетом тех потерь, которые могут возникнуть при этом у конкурирующих или конфликтующих пот-

ребителей. Но это требование без учета некоторых факторов может привести к ущемлению или неправомерному льготному режиму для различных участков ВХК, вызванным различием в эффективности и объеме исполь - зуемых водных ресурсов.

Если сопоставить, например, фактическую продуктивность 1000 м^3 воды в различных зонах бассейнов Сырдарьи и Амударьи, то видна резкая дифференциация (табл.25) по ВХР и областям.

Естественно, что при таком использовании воды дифференциация удельных показателей максимума продукции (или максимума эффекта) приведет просто к ущемлению всех участников с низкой продуктивностью воды. Такое ущемление в условиях высоких социальных связей ВХК может привести к трудно управляемым, но далеко идущим социальным и экономическим последствиям, затрагивающим жизненные интересы целых зон, областей и районов. Поэтому в качестве обязательного условия на этом уровне выработаны следующие положения как критерий годового планирования и водораспределения.

Распределение воды между участниками ВХК во временном, отраслевом и территориальном разрезах по второму правилу должно осуществляться так, чтобы обеспечить при данных располагаемых водных ресурсах максимум производимой продукции или максимум эффекта при обеспечении равных уровней социального развития. Под этим ограничением понимается равенство изменения по отношению к исходному национальному доходу (или чистой продукции), отнесенному на душу населения, затрагиваемого в зоне воздействия ВХК (исходя из общей численности населения в зоне или исходя из общей численности трудоспособного населения, участвующего в качестве трудовых ресурсов в сопряженных отраслях ВХК).

Таблица 25

Продуктивность оросительной воды
в бассейнах Амударьи и Сырдарьи

Область	Продуктивность орошаемых земель тыс.руб./га в ценах 1963 г.	Продуктивность воды, руб./1000м^3 брутто
Андиканская, Наманганская, Ленинабадская, Ташкентская, Чимкентская	1612-1860	117,8-148,8
Сурхандарьинская, Кургантюбинская, Самаркандская, Бухарская, Навоийская, Ферганская	1860-2604	148,8-210,8

Окончание табл.25

Омская, Чарджоуская, Сырдарьинская, Ташаузская, Кзылординская, Каракалпакстан	II78-I6I2	62-I24
	744-I364	37,2-74,4

Для исполнения режима, установленного годовым и текущим планированием, управления водоиспользованием, водопотребителями и накоплением воды требуется постоянный учет тех показателей и характеристики составляющих водохозяйственного баланса, которые фигурируют в плане, и отклонения от них. Эти отклонения связаны с изменением приточности водных ресурсов или формированием возвратных вод, с отличием температурных или других климатических показателей от прогнозных, с изменением в характере водопотребления, с дифференциацией показателей качества воды и др. В результате оперативная обстановка в значительной степени искажает расчетные показатели планового режима и требует постоянной корректировки для нормального осуществления функций водопользования и вододеления. Для этой перманентной корректировки и служит подсистема "оперативное управление".

Правило третье предусматривает, что оперативное управление должно обеспечить такой режим работы всех водозаборных и регулирующих сооружений ВХК, который обеспечит минимальные отклонения его параметров от планируемого режима с учетом всех необходимых корректировок.

Перейдем теперь к общей функциональной структуре АСУБ бассейна. С этой целью общую логическую схему управления АСУ бассейна целесообразно представить в виде того же ряда подсистем, что и всю систему управления.

Подсистема "водные ресурсы" на основе постоянно собираемой и анализируемой информации по всем видам вод, имеющихся в бассейне, позволяет точно оценить располагаемые водные ресурсы на данном этапе на перспективу как по количеству, так и по качеству.

Структура этой подсистемы представлена на рис.25. Подсистема по всем видам задач строится в соответствии с принципами табл.24 по ступеням "ретроспектива-текущая информация-расчетный сток текущего планирования-перспектива".

Цель этой подсистемы - постоянно оценивать и корректировать весь набор данных, определяющих объем располагаемых водных ресурсов на расчетный период и качество воды во всех створах.

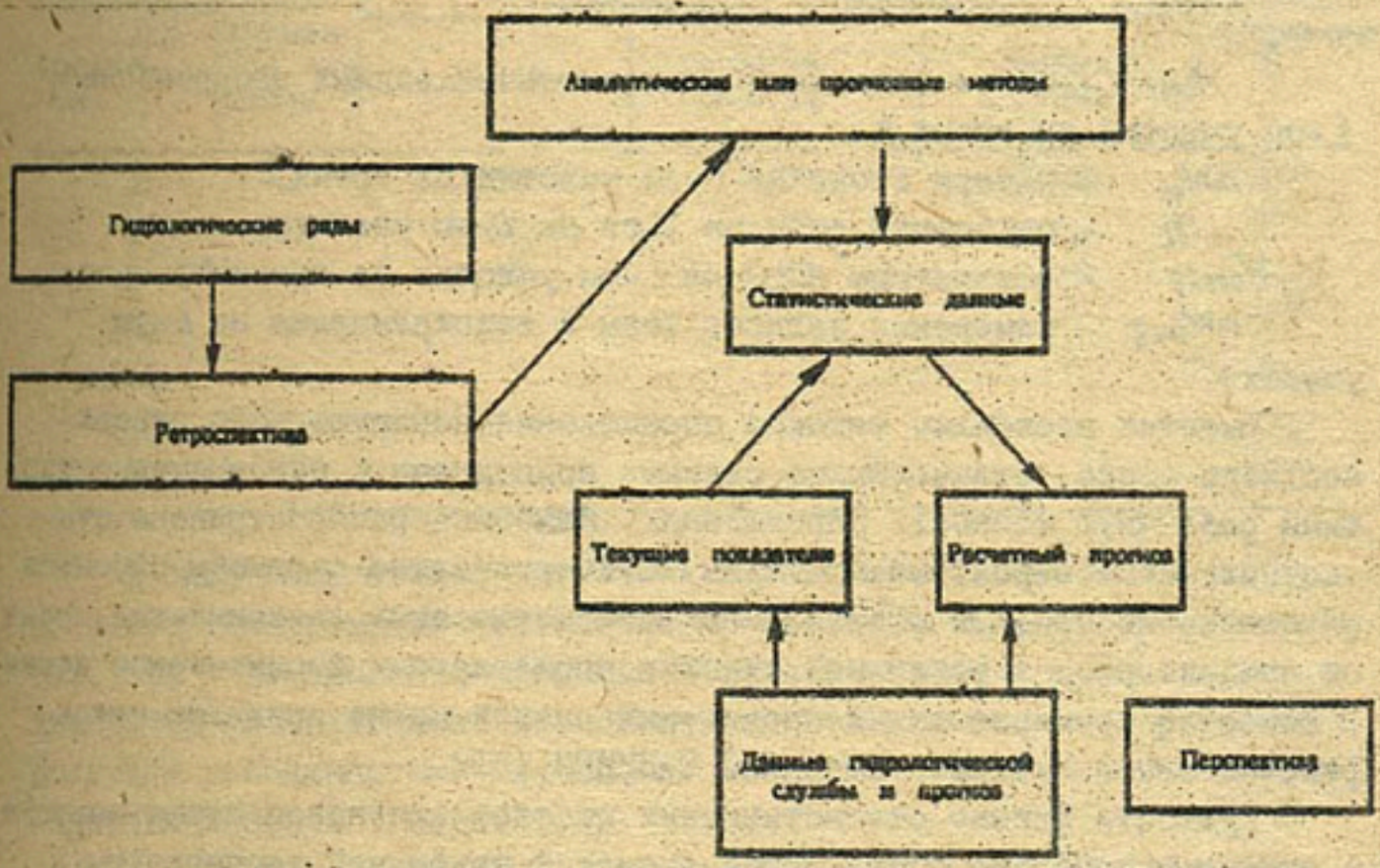


Рис. 25. АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ УРОВНЕЙ ЗАДАЧ ПОДСИСТЕМЫ "ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ"

$$W_{Pi}^{T}=\sum_{i\in m}\left\{\int_{t}^{T}\left[W_{oit}\left(1\pm\frac{\Pi_i}{W_{oi}}\right)+W_{mit}+W_{nit}-\Delta W_{it}+W_{возвit}\right]\right\}dt\pm\Delta W_{вхi}, \qquad (60)$$

где W_{oit} – объем стока поверхностных вод на i-ом участке бассейна ($o\leq i\leq N$) за время t;

W_{mit} – объем местных вод на i-ном участке бассейна за время t;

W_{nit} – объем подземных располагаемых водных ресурсов на i-ом участке за время t;

ΔW_{it} – потери стока на i-ом участке за время t;

Π_i – подземный сток на I га на i-ом участке;

$W_{возвit}$ – возвратные воды на i-ом участке за время t;

$\Delta W_{вхi}$ – изменение запасов воды в водохранилище на i-ом участке.

Имеется несколько методов определения ненарушенного поверхностного стока, отличающихся разными принципами и одновременно дающими различную точность определения. Наиболее распространены статистические и вероятные прогнозы. Статистические прогнозы строятся на основе построения определенных статистических зависимостей стока от предикторов, в различной степени определяющих формирование стока. В качестве примеров таких прогнозных связей можно привести метод, разработанный Н.Мусатовым в НПО САНИИРИ (39).

Сущность физико-статистических моделей прогнозов стока состоит в поиске в качестве предикторов аномалий приземной температуры и давления в информативных узлах регулярной сети северного полушария с шагом заблаговременности прогнозируемого стока более года. Этот метод основан на связях стока с крупномасштабными атмосферными макропроцессами.

Так для прогноза среднего годового расхода Зеравшана получен ряд уравнений

$$Q = 0{,}419\,Д^{1}_{\overline{VIII}-\overline{VIII}} + 0{,}094\,Д^{2}_{\overline{VIII}-\overline{IX}} - 0{,}419\,Д^{3}_{\overline{VI}-\overline{VII}} + 153,$$

$$Q = 0{,}649\,Д^{4}_{\overline{X}-\overline{XI}} - 0{,}223\,Д^{5}_{\overline{III}-\overline{V}} + 0{,}118\,Д^{6}_{\overline{V}-\overline{VII}} + 153,$$

$$Q = 0{,}23\,Д^{3}_{\overline{VII}-\overline{VIII}} - 0{,}138\,Т^{8}_{\overline{II}-\overline{IV}} - 0{,}279\,Т^{9}_{\overline{I}-\overline{II}} + 160,$$

где $Д^{i}_{j}, Т^{i}_{j}$ – осредненные во времени и пространстве температуры и давления в осредненной области i в северном полушарии за период j предшествующего года.

Для повышения оправдываемости таких прогнозов полезным оказывается осреднение прогнозов по всем трем полученным уравнениям (табл.26).

Таблица 26

Показатели достоверности расчетных уравнений

Порядковый номер уравнения	Число элементов выборки	Коэффициент корреляции			Оправдываемость, %
		средний	верхняя граница	нижняя граница	
I	30	0,87	0,94	0,73	57
2	32	0,8I	0,90	0,69	57
3	29	0,80	0,9I	0,63	64
I,2					64
I,3					57
2,3					7I
I,2,3					7I

В гидроэнергетике, где очень важен не только общий объем стока, но и его динамические показатели временные с оценкой как экстремальных, так и минимальных суточных и даже случайных расходов, всего диапазона их колебания, в этих целях преимущественное применение получили вероятностные методы, в частности, основанные на методах марковских цепей (23,28,38).

На реках с преимущественно ирригационным водопотреблением, что наиболее характерно для аридной зоны, где осуществляется почти что предельное регулирование стока, наиболее важно иметь не дискретные временные показатели речного стока, а суммарные объемы стока за определенные промежутки времени. Зная точно прогноз суммарного стока за год, за вегетацию, имея степень регулирования не менее 0,85, можно всегда дать временное распределение поверхностного стока в любом нужном режиме.

Поэтому в НПО САНИИРИ в лаборатории сформирован несколько иной подход.

При ирригационно направленных ВХК применение вероятностных подходов вносит значительную неопределенность в планирование его работы. Поэтому нами была сделана попытка перехода на условно детерминированные принципы определения величины поверхностного ожидаемого стока.

Для этого мы предложили использовать метод поиска индикаторного периода. Суть этого метода основывается на том, что в каждой стокообразующей зоне бассейна факторы стокообразования действуют в общем

своем сочетании, исходя из принципов подобия, т.е. каждый бассейн или его отдельная часть могут рассматриваться при отсутствии антропогенных воздействий в зоне формирования стока как подобный себе (или аналогичный) бассейн его в разрезе многолетнего ряда гидрологического стока. Анализируя гидрографы стока многочисленных рек Средней Азии, мы установили, что в них можно выделить определенные периоды, соответствующие источникам формирования поверхностного стока.

Начало гидрологического года для рек аридной зоны целесообразно устанавливать с конца вегетации - I октября. С этого времени по начало паводкового периода сток большинства рек формируется за счет подземной составляющей и лишь 5-12% стока этого периода определяется всплесками осадков (рис.26).

рис.26

Подземная составляющая W_c^A и соответствующий ей средний расход реки Q_A могут быть определены, в основном, по детерминированному соотношению

$$W_0^A \,/\, W_{0\,\overline{III}-\overline{IX}}^{t-1}$$

После наступления нового паводка объем, формируемый снегом, осадками и таянием ледников W_0^B, может быть определен путем установления такого индикаторного периода, в течение которого объем стока будет иметь наибольшую корреляционную связь с суммарным объемом паводковой шапки стока вегетационного периода (IУ-IX месяцы). Для рек бассейна Сурхандарьи, Чирчика, Зерафшана мы получили достаточно высокую степень корреляции зависимости типа

$$W_{0\,\overline{IV}-\overline{IX}}^B = A\left(B_1 W_{\overline{III}} + B_2 W_{\overline{IV}}\right). \qquad (61)$$

где $W_{0\,\overline{IV}-\overline{IX}}^B$ сток апреля-сентября;

$W_{\overline{III}}$ - то же, марта;

$W_{\overline{IV}}$ - то же, апреля:

A, B_I, B_2 - коэффициенты.

Еще более высокую точность можно получить, если ввести в определение стока $W_{0\,\overline{IV}-\overline{IX}}^B$ время начала нарастания паводка $t_{пп}$. Тогда

$$W_{0\,\overline{IV}-\overline{IX}}^B = f\left(B_1 W_{\overline{III}} + B_2 W_{\overline{IV}};\ t_{пп}\right), \qquad (62)$$

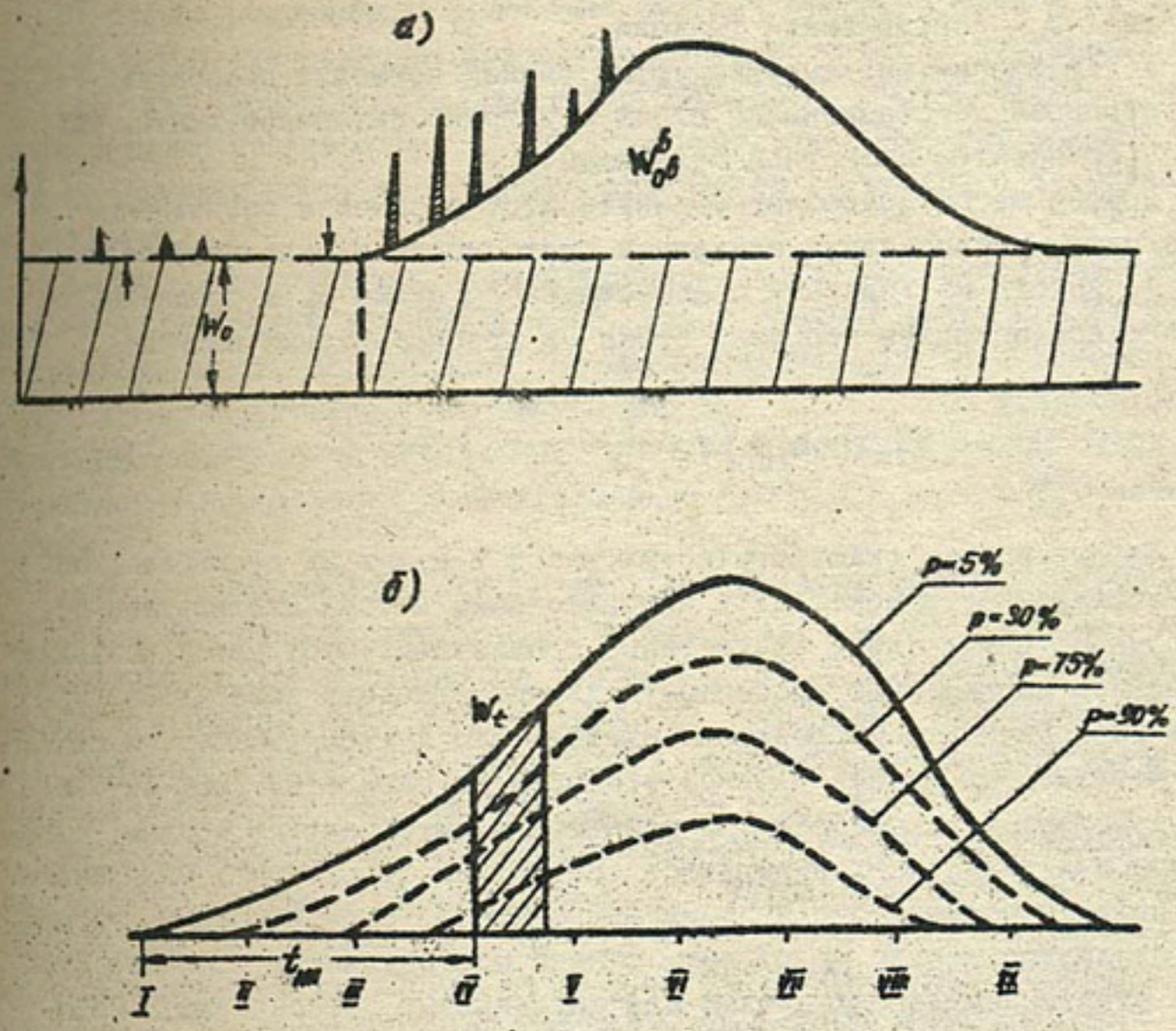


Рис. 26. ИНДИКАТОРНЫЕ ПРИЗНАКИ ВЕГЕТАЦИОННОГО СТОКА:

а) схема гидрографа года; б) изменение вегетационного стока

W_t – объем индикаторного стока

$t_{нп}$ – время начала паводка индикаторного периода

где f – определенная функция.

Установление систематизирующих связей позволит превратить задачу прогноза вегетационного стока в условно детермированную, так как становится известной величиной.

Другой метод позволяет уточнить этот прогноз в оперативном плане путем установления ожидаемой приточности на заданный период $t+1$, исходя из значения предшествующего стока W_t и среднемноголетнего его прироста величины стока за прогнозируемый период

$$W_{t+1} = W_{tdt}\left(1 \pm \frac{\sum_{t}^{t+1} \Delta W_t}{\sum_{t}^{t_1} \Delta W_t}\right). \qquad (63)$$

Важную оценку гидрологических рядов в целях их прогноза и общей направленности может дать использование метода скользящего осреднения по пятилеткам, двухлеткам, трехлеткам. Этот метод позволяет установить характерные особенности длиннопериодных колебаний, учитывая периодичность многолетних циклов. Еще в 1980-1981 гг. в САНИИРИ этим методом был сделан прогноз водности на пятилетки 1986-1990 и 1991-1996 гг. для Сырдарьи. По разностным интегральным кривым, построенным для скользящих интервалов осреднения 3,5,10 лет, были выделены периоды повышенного и пониженного стока, сгруппированные в циклы продолжительностью 45-47 лет. Однако достоверность прогноза стока на основе выделенных циклов для календарных лет оказалась невысокой. Ошибка прогноза существенно снизилась при прогнозировании речного стока, среднего за условную пятилетку. Расчеты показали, что для бассейна Сырдарьи из всех существующих вариантов условных пятилеток наиболее приемлемым оказался вариант с границами плановых пятилеток (1951-1955 гг., 1956-1960 гг. и т.д.). Для суммарного ресурсного стока Сырдарьи было подобрано регрессионное уравнение вида

$$Q_i = 1{,}0067\, Q_{i-9} + 21{,}71 \quad (r = 0{,}95), \qquad (64)$$

где Q_i, Q_{i-9} – средний за и $(i-9)$ пятилетку соответственно суммарный расход Сырдарьи, $м^3/с$;

r – коэффициент корреляции.

Проверка уравнения (68) осуществлялась на независимом материале двух пятилеток: 1976-1980, 1981-1985 гг. Отклонение расчетных значений от фактических не превышало 7%.

На основе полученного уравнения был дан прогноз средних за плановые пятилетки величин суммарного ресурсного стока Сырдарьи (табл.27) для 1986-2005 гг. Пятилетки 1996-2000, 2001-2005 гг. ожидаются в целом многоводными, хотя в разрезе отдельных лет водные ресурсы Сырдарьи могут существенно отличаться от среднего за пятилетку значения.

Прогноз ненарушенного поверхностного стока рек осуществляется независимо от других подсистем АСУБ, как и местный сток. При этом, учитывая сложность организации постоянных наблюдений по огромному числу местных водотоков, выбираются типовые, на которых устанавливаются систематические наблюдения, а на остальных параметры стока определяются по аналогии пропорционально площади и характеристикам водосбора.

Отметим, что местные водные ресурсы Сырдарьи составляют около 29% (302 $м^3/с$) от суммарного среднемноголетнего стока бассейна. На базе местных ресурсов орошалось в 1985 г. около 820 тыс.га земель. Поэтому при решении вопросов вододеления подсистема "планирование ВХК" учитывает наличие местного стока, сокращая объем водоподачи из основного ствола реки на подвешенные к нему земли.

Подземные водные ресурсы устанавливаются по дебиту откачиваемых вод, времени работы скважин в пределах утвержденных запасов. Однако, как выявлено Н.И.Прохоренко (44) и В.И.Соколовым (50) при имеющих место повышенных водозаборах необходимо учитывать убыль поверхностного стока. При этом наиболее ощутимое сокращение поверхностного стока при эксплуатации связанного с ним подземного происходит в многоводный период, которому предшествовал маловодный. Так, в 1990 г. максимальное сокращение поверхностного стока составляло в Ферганской впадине 65%, в ЧАКИРе - 56% от отбора подземных вод. Наименьший ущерб отбор подземных вод наносит поверхностному стоку в маловодные годы, следующие за многоводными (соответственно - 52% в Ферганской впадине и 38% - в ЧАКИРе).

В перспективе, при доведении отбора до величины выполняемых региональных эксплуатационных запасов подземных вод, как это предусмотрено Схемой комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна Сырдарьи, ущерб поверхностному стоку по расчетам (50) увеличится в Ферганской впадине до 79% от величины изъятия в многоводные годы и 66% - в маловодные, в ЧАКИРе - соответственно 68 и 52% от величины отбора.

Таблица 27

Прогноз среднего за пятилетку ресурсного стока р.Сырдарьи на 1986-2005 гг.(Н.И.Прохоренко, А.И.Ем)

Показатель	Проверка уравнения (фактические и расчетные значения)		
	1976-1980	1981-1985	1986-1990
Фактический сток поверхностных вод $м^3/с$	1071	935	1059
$км^3$	33,73	29,51	33,55
По уравнению $м^3/с$	1114	937	1100
$км^3$	35,13	29,55	34,85
Ошибка расчета, %	4,0	0,3	3,5
Обеспеченность, %	47	65	41
Водообеспеченность, % от нормы стока 1073 $м^3/с$	100	86	103

Сокращение поверхностного стока определялось через уменьшение величины подруслового притока в русло реки, что позволило интегрально учесть все, как природные, так и хозяйственные, факторы.

Объем руслового выклинивания в общем случае зависит от соотношения уровней воды на подкомандном массиве. Для условий водохозяйственных районов бассейна Сырдарьи среднегодовой уровень воды в реке соответствует величине среднегодового расхода воды $Q_{ср_t i-1}$ в верхнем створе района. Среднегодовой уровень грунтовых вод на территории района зависит от среднегодового расхода воды в реке в предшествующем году Q_{t-1}, водоподачи на орошение Q_{opt}, а также величины отбора подземных вод Q_{nit}. В различных водохозяйственных районах вес каждого из перечисленных факторов неоднозначен даже в пределах одного речного бассейна. Наглядным тому свидетельством могут служить значения коэффициентов корреляции связей между величиной руслового выклинивания и величинами факторов, влияющих на него, приведенные в табл.28 для двух водохозяйственных районов бассейна Сырдарьи.

Прогноз		
I99I-I995	I996-2000	200I-2005
-	-	-
I050	I250	I23I
33,27	40,2I	38,82
54	I5	I7
98	II6	II5

Таблица 28

Значения коэффициентов корреляции связей руслового выклинивания с другими факторами

Q_{ot}	Q_{ot-1}	Q_{op_t}	$Q_{op_{t-1}}$	Q_{ng}	$Q_{ng_{t-1}}$
Ферганская долина (выборка данных за I950-I980 гг.)					
0,55	0,73	0,48	0,I9	0,7I	0,27
ЧАКИР (выборка данных за I955-I985 гг.)					
0,85	0,87	0,60	0,29	0,85	0,38

С учетом сказанного получены многофакторные регрессионные уравнения для прогноза величины руслового выклинивания для каждого водохозяйственного района бассейна Сырдарьи, где искомая величина является функцией четырех переменных

$$П_{рус} = f(Q_{ot}; Q_{ot-1}; Q_{op}; Q_{ng}). \qquad (65)$$

Вид расчетных уравнений определялся по специальной программе САНИИРИ (В.И.Зиненберг). Согласно критерию Фишера уравнения имеют вид полинома второй степени

$$П_{рас} = a_1 Q_{0t} + a_2 Q_{0t-1} + a_3 Q_{вр_t} + a_4 Q_{пол_t} + a_5 Q_{0t} + a_6 Q_{0t} \cdot Q_{0t-1} + a_7 \cdot Q_{0t} \cdot Q_{вр} + a_8 \cdot Q_{0t} \cdot Q_{пд_t} + b, \quad (66)$$

где $a_1 \dots a_8$ – коэффициенты пропорциональности;

b – свободный член уравнения.

Все входные величины в кубометрах в секунду.

Другими показателями подсистемы "водные ресурсы", которые определяются на основе обмена информацией и ряда итераций между этой подсистемой "планирование", являются все показатели качества воды. В зависимости от отбора естественного стока, от сброса возвратных вод и их качества на основе выражения

$$C_0^1 = \frac{C_0 W_0 - C_0 W_{вз} + C_{воз} \cdot W_{вз} + C_0 W_{пот}}{W_0 - W_{вз} + W_{воз} - W_{пот}} \quad (67)$$

определяется качество воды в разных створах. Одновременно охрана воды по качеству в разных створах ствола и частях бассейна создает дифференциацию требований в воде на единицу площади как по оросительному, так и по промывному водопотреблению. Качество воды также определяет необходимость специальных попусков из водохранилищ для доведения воды до ПДК.

Особое внимание в этой подсистеме заслуживают дренажносбросные воды. В среднегодовом разрезе для оценки ожидаемых годовых ресурсов этих вод удобно использовать полученные нами с сотрудниками зависимости в виде

$$(Д + С) = f(W_{вз} \cdot \eta_c ;\ \eta_{по} ;\ \beta),$$

приведенные в упомянутой работе (16). При этом возможны месячная и декадная оценки (Д+С) как функция определенного распределения среднегодовых объемов (Д+С) во временном масштабе. Так, например, получены декадные значения (Д+С) в АСУБ "Сырдарья" I и т.д. Но интенсивное влияние предшествующих водозаборов и определенное отставание (лаг) в формировании дренажно-сбросных вод делают более целесообразным оперативный прогноз этих вод в виде функции

$$(Д+С)_{it} = O_{pit}\, W_{вз\,it-t_л} \cdot K_{лit}\,(\eta_{ci};\ \eta_{тр\cdot c};\ \beta_i), \qquad (68)$$

где $t_л$ - лаг во времени формирования дренажно-сбросных вод;

$K_{лt}$ - коэффициент отношения дренажно-сбросных вод к водозабору в период t с учетом лага для района i.

При этом оценка лага проводится из сопоставления гидрографов водозабора и сброса и их статистической обработки (рис.27).

Таким образом, в задачи подсистемы "Водные ресурсы" входит прогнозирование стока реки по количеству и качеству в исходных (антропогенно ненарушенных) створах, оценка закономерностей формирования возвратных вод и возможности их использования в стволе и внутри системы, оценка возможного использования подземных вод и прогноз местных водных источников (притоков, не доходящих до ствола, карасу, озер и т.д.).

Подсистема "потребность в воде участников ВХК", наряду с получением информации по заявкам участников ВХК на воду, должна обеспечивать возможность их проверки по составляющим элементам и корректировки в зависимости от местных условий, возможности использования местных водных ресурсов, а также в зависимости от качества воды.

Проверка предлагаемых данных по потребности может осуществляться на основе зависимости

$$W_{взр} = \frac{O_{рн}}{\eta_c}(1+\beta)\,F_{ор}\,W_{вз\,(к+ф)} - W_{в\ ла} - W_{вз\ лвод}, \qquad (69)$$

где водозабор из реки ($W_{вз_р}$) представляется как разница между оросительной нормой брутто и возможными водозаборами из возвратных, местных и подземных вод. При этом площадь орошения ($F_{ор}$) может быть уточнена по данным дистанционных измерений, где фигурируют, кроме того, состав культур, влияющий на величину $O_{рн}$, и засоление, определяющее β. β также зависит от степени дренированности и минерализации речных вод. Все остальные необходимые данные могут быть получены на основе данных эталонных водобалансовых станций, входящих в состав АСУБ или АСУ массива и передающих свою информацию на верхний уровень управления бассейном.

Суммарное водопотребление по реке рассматривается с учетом режима водопотребления на орошение, промышленности, комбыта, санитарных попусков и прочих потребителей с учетом совпадения их требований на воду. Если при этом потребность энергетики в попусках

через турбины для выработки электроэнергии не обеспечивается суммарной потребностью в воде, вводится потребность энергетики.

Особое внимание в период острого дефицита воды в бассейнах среднеазиатских рек занимают экологические требования на воду. В них входит необходимое количество воды для поддержания определенных популяций животных (рыбы, нутрий и др.), обеспечения определенных биоценозов (например, тугайных зарослей в поймах, для которых нужен некоторый им только свойственный режим гидроморфного увлажнения) и требования дельт на воду.

Следует отметить, что ранее все эти потребности в схемах комплексного использования рек и особенно в планах вододеления заменялись на так называемую величину санитарного попуска, под которой каждый понимал, что его устраивало в тот или иной момент времени. В результате, например, по Сырдарье эти природоохранные попуски сократились с 3 км^3 в год до 780 млн.м^3, и то рассчитываемых в створе Чардаринского водохранилища.

Санитарный попуск есть также определенный вид экологических требований, но он нацелен на поддержание определенных в русле реки ниже какого-то створа некоторых гидрологических условий, предотвращающих возможность возникновения вредных для человека действий (например, застоя воды и образования зон малярийных заболеваний, гниения воды), поддержания определенных режимов на участках рек, используемых для рекреации, особенно питьевого водоснабжения и т.д.

Требования должны определяться специальными проработками, которые исходят из минимальных заборов воды, требуемых для сохранения существующего природного ее режима. Зачастую, особенно в условиях бессточных водоемов, к каким принадлежит, например, Арал этот режим вызывает необходимость не только попусков, но и специального комплекса природоохранных сооружений. Невнимание к этим проблемам в бассейне Сырдарьи и Амударьи привело к тому, что на площади приблизительно в миллион гектаров интенсивно развился процесс опустынивания. При этом наблюдается перерождение гидроморфных, болотно-луговых почв в пустынные автоморфные и полуавтоморфные.

На примере Арала ясно, что проблема сохранения моря на исходных (или каких-то несколько более низких) отметках, требовала бы экологического попуска в море 50-55 км^3 в год. Сохранение дельты и борьба с опустыниванием сейчас также вызывают необходимость подачи воды сюда не менее 20-25 км^3 в год. Но уже при таких величинах подачи воды о сохранении моря не может быть и речи. Нынешние меропри-

тия могут привести лишь к сокращению экологического ущерба или его минимизации ценой сложных природоохранных мероприятий. Поэтому предусматривается сбор в дельте Амударьи 12,2 км^3 воды, что позволит создать на юге Приаралья своего рода защитный барьер, под прикрытием которого можно бороться с отрицательными экологическими последствиями опустынивания. Для этого намечено обваловать южную часть моря дамбой протяженностью около 200 км и создать с ее помощью акваторию площадью 300-400 тыс.га. Аванделта с отметкой воды 48 м подопрет существующую обсохшую дельту Амударьи более чем на 7,5 м и восстановит на ней полугидроморфный режим почв взамен нынешнего автоморфного. Это позволит вернуть дельте прежний характер растительности, обеспечить условия для развития рыбоводства и ондатроводства.

Создание в дельте Амударьи водной поверхности шириной почти 50 км в направлении, поперечном действию господствующих ветров, будет способствовать осаждению аэрозолей, предотвращать унос солей за прибрежную полосу.

Севернее дамбы на осушенном дне моря создается полоса фитомелиоративной защиты из соответствующих пород галофитов и ксерофитов, возможность выращивания которых показана на опытном полигоне СредазНИИЛХа.

Во избежание роста минерализации воды в акватории аванделты должна соблюдаться проточность, особенно, исходя из определенных требований к стабильности минерализации воды в аванделте, на массивах лиманного и польдерного орошения, а также в районах озерных и прудовых акваторий (не более 5 г/л). При этом в дельте следует немедленно организовать особую службу водномелиоративного мониторинга, который постоянно следил бы за содержанием в различных точках ее акватория солей, пестицидов, химикатов, за накоплением этих веществ в почве, растительности особенно водной, за состоянием биосообществ и в зависимости от этих факторов вносил изменения в величину экологического попуска. Тем более, по нашему прогнозу, совершенствование оросительных систем (16) привепет к увеличению коллекторно-дренажного стока, увеличению его минерализации. Это опять-таки потребует дополнительных затрат чистого стока для поддержания экологически устойчивого режима аванделты.

Подсистема "планирование работы ВХК" на основе сопоставления информации, получаемой в подсистемах "водные ресурсы" и "потребности в воде", осуществляет главные управляющие функции подсистемы на

двух уровнях планирования – годовом и оперативном. Здесь на основе принципов и критериев оптимизации устанавливается наилучшее с точки зрения народного хозяйства управление величиной и режимом наполнения и сработки водохранилищ, а также величиной водозаборов в различных бассейновых зонах.

Главным управляющим требованием в этой подсистеме является соблюдение постоянно в любой промежуток времени от t до Т водохозяйственного баланса ВХК в следующем виде

$$\sum_{i\in N}\left\{\int_t^T\left[W_0\left(1\pm\frac{\Pi_i}{W_{0i}}\right)+W_{nit}+W_{nit}-\Delta W_{nomit}-W_{3it}-\right.\right. \tag{70}$$
$$\left.\left.-W_{opit}\left(1-\frac{Д_i+C_i}{O_{pi}}K_л\right)-W_{npit}\left(1-\lambda_{np}\right)\right]dt\pm W_{вх}+\Delta W_p\right\}\geq 0,$$

где W_{opit} – объем водозабора на орошение на участке i за время t;

W_{3it} – экологические потребности в воде на участке за время t;

$(Д_i+C_i)/O_{pi}$ – соотношение между водоотведением брутто и оросительной нормой брутто на участке i;

$K_л$ – коэффициент лага;

W_{npit} – водозабор прочими потребителями на участке за время t;

λ_{np} – коэффициент возврата прочих потребителей.

Объем запаса воды в водохранилищах $\Delta W_{вх}$ при сезонном регулировании определяют разностью между наличным (или проектным) объемом водохранилищ и мертвым.

Для многолетних водохранилищ необходимо строить многолетний динамический ряд интегрального стока, задающий определенное задание на $\pm\Delta W_{вх}$ – наполнение водохранилища или сработка на определенную величину.

Методология определения этой величины крайне важна. Она основана на построении наиболее вероятностного многолетнего режима работы, при котором за весь период прогноза суммарный социально-экономический ущерб будет минимальным, и приведена в следующем разделе.

Изменение объема воды в русле ($\pm W_p$) за время t учитывает изменение в объеме попусков, находящихся в русле реки.

Подсистема "оперативное управление" реализует установленные в подсистеме "планирование" оптимальные графики водозаборов и сооружений через территориальные управления и их пункты контроля и управления (ПКНУ) с учетом динамики добегания воды по стволу, динамических характеристик работы отдельных сооружений и их частей, особенностей режима русловых явлений и т.д.

Главная задача этой подсистемы и одновременно критерий ее функционирования состоит в том, чтобы решение, принятое в подсистеме "планирование" по осуществлению режима водозаборов и попусков, осуществлялось по объему и качеству с минимальным отклонением за расчетный промежуток времени

$$\sum_{t}^{t+\tau} \sum_{i \in A} \frac{[W_{вnit}] - W_{вnit}}{[W_{вnit}]} \longrightarrow min, \qquad (71)$$

где $W_{вnit}$ – объем водозабора потребителями всех видов на участке i за время t;

в подсистеме "планирование" значения в скобке – расчетные значения водозаборов и попусков.

Подсистема "оперативное управление" должна с помощью имеющихся в составе ВХК сооружений, плотин, гидроузлов осуществить непосредственное распределение водных ресурсов так, чтобы выполнить план водораспределения, установленный в подсистеме "планирование работы ВХК".

В подсистеме "планирование работы ВХК" шаг планирования определен в декаду, задания на величину попусков и водозаборов устанавливаются исходя из принятия предложений о стационарности всех процессов управления, включая режим, расходы, уровни в пределах планируемого периода.

Подсистема "оперативное управление", управляя сооружениями в суточном и часовом режимах, должна, таким образом, выявить и ввести корректировку в задание на попуски, водозаборы и т.д., исходя из характера переходных процессов, которые имеют место в системе.

Первый переходной процесс имеет место в связи со сменой стационарных состояний на водозаборах. Переход от одного расхода к другому или изменение горизонтов управления в натуре не могут происходить скачкообразно, как это установлено планом-графиком в подсистеме "планирование". Исходя из технических характеристик сооружений, бьефов между плотинами и другими техническими требованиями, эта схема стационарных состояний осуществляется в виде плановых процессов – постепенного открытия или закрытия затворов, постепенной сработки или наполнения уровней и т.д.

Второй вид переходных процессов связан с неравномерностью гидравлического и гидрогеологического режимов наполнения или сработки в процессе добегания положительной или отрицательной воды попуска.

При этом описание этого процесса не ограничивается только изменением призм подпора или призмы спада по уравнению Сен-Венана в руслах с непрерывным сечением. Здесь, кроме того, следует учитывать еще и инфильтрацию от русла реки или, наоборот, стекание в реку из поперечного сечения в связи с изменением уровней воды в самом русле реки.

Третий вид переходных процессов определяется на основе сопоставления элементов водохозяйственного баланса с фактическими данными и исполнением управляемых воздействий на основе подсистемы "учет и контроль". Здесь коррективы должны быть внесены на отклонение боковой приточности, возвратных вод и фактического водозабора от планового. В частности, должны быть учтены отказы от водопользования по хозяйственным, метеорологическим и другим причинам, которые, как известно, из лимита исключаются.

В случае, если подсистема "учет и контроль" в порядке обратной связи установит наличие определенных переборов потребителями на неуправляемых ВХК водозаборах, то им должно быть сделано предупреждение о снижении водозабора с учетом перебора. При невыполнении управление ВХК может снять этот перебор с управляемых им водозаборов того же потребителя или через службу бассейновой инспекции заставить их это сделать с помощью штрафных функций.

В конечном итоге, критерием управления данной подсистемы является минимум отклонений от режима (по количеству, качеству) водозаборов и других параметров водопользования от заданных в подсистеме "планирование работы ВХК".

В целом управление бассейном с помощью АСУ основывается на постоянном учете, прогнозе, планировании и контроле всех составляющих, входящих в водохозяйственный баланс участков реки, стыкуемых между собой в приграничных створах.

Создание экономико-математической модели функционирования ВХК

Приведенное уравнение водохозяйственного баланса реки, участка в целом или в составе ВХК является водобалансовой основой его работы и может быть с некоторыми изменениями применено при любой структуре ВХК. В зависимости от состава ВХК будут изменяться лишь морфологическая схема составляющих и источники удовлетворения водопотребителя. Морфологическую структуру приходных статей баланса ВХК удобно,

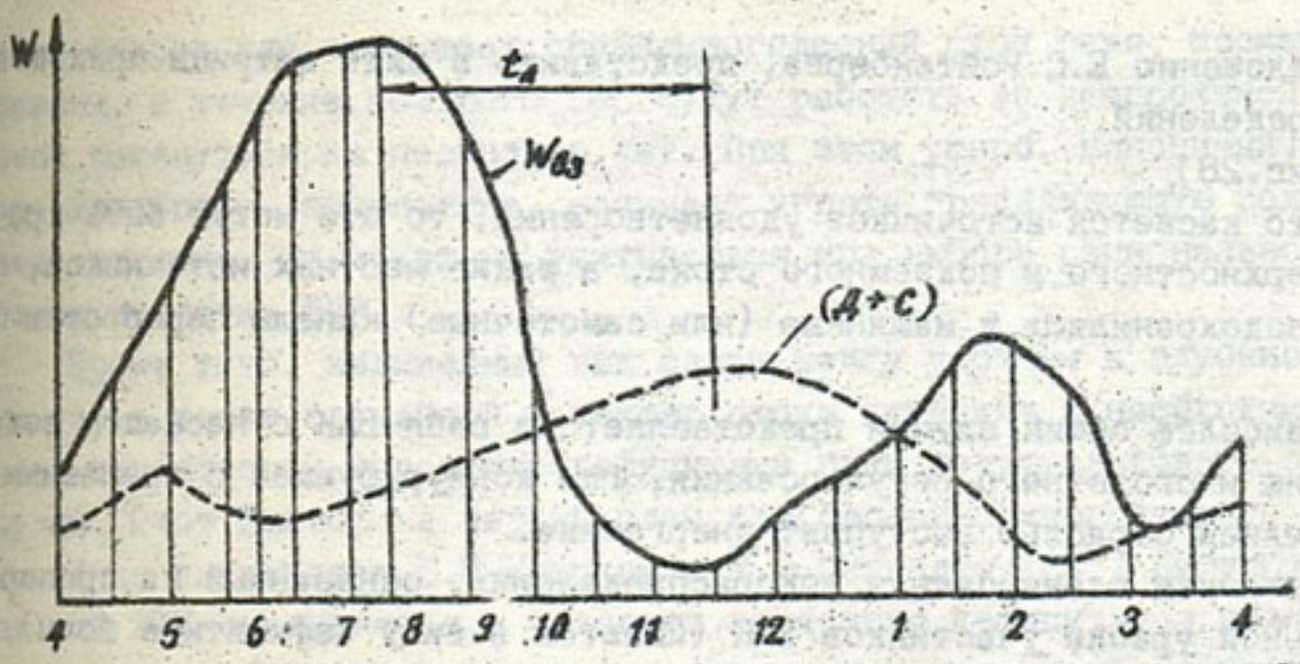


Рис. 27. ГИДРОГРАФЫ ВОДОЗАБОРА И ДРЕНАЖНО-СБРОСНЫХ ВОД, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОТСТАВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЗВРАТНЫХ ВОД

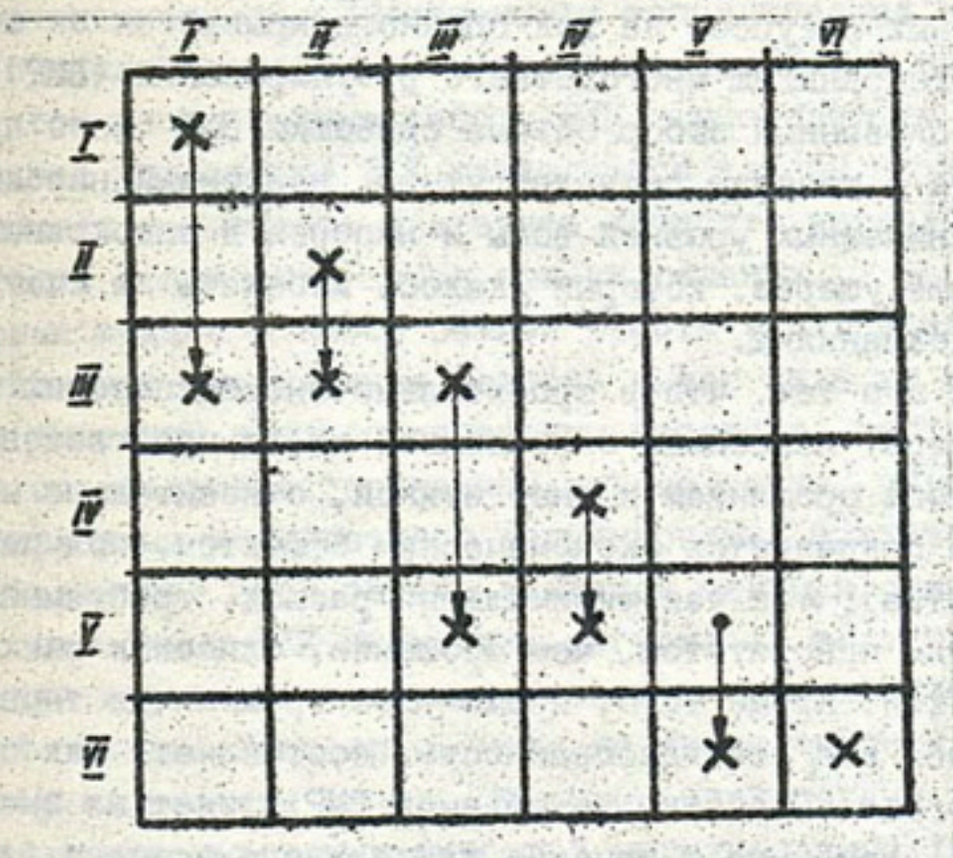


Рис. 28. МАТРИЦА ПРИХОДОВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАЛАНСОВ ПО ВХР НА ПРИМЕРЕ СЫРДАРЬИ

по предложению Е.С.Ройтенберга, представить в виде матрицы приходов и распределений.
(См. рис.28).

Что касается источников удовлетворения, то это могут быть кроме поверхностного и подземного стока, а также местных источников, еще и водохранилища и машинные (или самотечные) каналы переброски стока.

Наиболее общий случай представляет из себя ВХК с каскадом водохранилищ многолетнего регулирования, где конкурирующей с орошаемым земледелием отраслью выступает энергетика.

Механизм планирования водораспределения, основанный на пропорциональной урезке участников ВХК (имеются в виду дефицитные годы), не позволяет учитывать различия в экономической эффективности использования воды различными районами и, следовательно, не может служить основой при разработке АСУБ. Оптимального распределения водных ресурсов можно добиться только при дифференцированном учете ущербов в народном хозяйстве, возникающих из-за нехватки водных ресурсов в разных районах бассейна и у различных водопользователей.

Дефицит водных ресурсов за год обычно покрывается за счет сработки объемов водохранилищ многолетнего регулирования (ВМР). Однако недостаточно обоснованный выбор объема сработки ВМР часто приводит к ситуации, когда в течение ряда лет ущерб, наносимый народному хозяйству из-за пониженных уровней воды и напоров в водохранилище, в несколько раз выше ущерба, который удалось избежать за счет сработки объемов этих водохранилищ.

Объясняется это тем, что в оросительно-энергетических каскадах внутригодовой ущерб, наносимый энергетикой из-за несогласованности расходов, требуемых орошением и энергетикой, относительно мал (т.е. он несколько раз покрывается экономическим эффектом, получаемым от сельского хозяйства), так как минимальный расход, требуемый отраслями с более высоким приоритетом, чем орошение, близок к расходу, требуемому энергетикой. Кроме того, промежуток времени, в течение которого наблюдается эта несогласованность, составляет, как правило, меньше половины года. Сработка же объемов ВМР влияет на энергетику, в первую очередь, тем, что в течение длительного времени (а точнее, вплоть до момента нового заполнения этих водохранилищ) ГЭС вынуждены работать при пониженных напорах. В этом случае потери мощности невозможно компенсировать увеличением расходов. Для ВХК, функционирующих в напряженном режиме, т.е. когда требуемый объем водопотреб-

ления близок или превышает среднемноголетний сток реки, промежуток времени, в течение которого ГЭС будут работать во внепроетном режиме, может затянуться на несколько лет. При этом ущерб, наносимый народному хозяйству, энергетике, начинает играть превалирующую роль и, следовательно, не может не учитываться при выборе рационального объема сработки ВМР.

Кроме того, нелинейный вид связи между урожаем и глубиной дефицита, а также случайный характер стока приводят к необходимости учета вероятности того, что дефицитные годы могут следовать один за другим. Этот фактор на первый план для бассейна многолетнего регулирования выдвигался С.Н.Крицким и М.Ф.Менкелем (28). Ситуация, при которой ВХК оказывается в условиях глубокого дефицита, а объем ВМР полностью сработан, просто недопустима, так как ущерб, наносимый народному хозяйству, при этом может превысить суммарный (который удалось избежать путем сработки этих объемов) за целое десятилетие.

Подсистема планирования распределения водных ресурсов должна быть направлена на решение двух основных задач: оптимальное распределение водных ресурсов между отраслями и по территории с учетом различий в экономической эффективности использования воды разными районами и определение рационального объема сработки объемов ВМР или выбора устойчивого режима работы ВХК в многолетнем разрезе.

Процесс управления ВХК разделяется как бы на две главные задачи, различающиеся в масштабе критериев качества управления и мерой неопределенности в прогнозе стока при их решении.

Первая задача – выбор режима работы водохранилищ многолетнего регулирования в многолетнем разрезе имеет цель не допустить катастрофических ситуаций в водообеспечении бассейна, когда вследствие многолетних перебоев в естественном режиме стока, объем суммарных запасов водохранилищ многолетнего регулирования окажется сработанным. Критерием решения этой задачи является минимум суммарных ожидаемых ущербов, наносимых ВХК экономике региона за весь расчетный период времени при вероятностном распределении гидрологических характеристик стока. Здесь, бесспорно, мера неопределенности тем больше, чем больше период расчета стока. Решение этой задачи – оценка допустимого режима использования емкостей регулирования (необходимость их наполнения $+\sum_{i\in H}\Delta W_{ix}$ или допустимость их сработки $-\sum_{i\in H}\Delta W_{ix}$).

Вторая задача – определить распределение водных ресурсов, ожидаемых в ближайший расчетный период времени, между водопользователями

и водопотребителями с учетом достаточно точного (и уточненного) прогноза стока и возможности использования части емкости водохранилищ многолетнего регулирования. Критерий - минимум суммарного ущерба у всех водопотребителей.

Обозначим через $G=G(V, V)$ ориентированный граф, в котором V - множество узлов (водохранилищ), а V - множество дуг - участков реки.

Записав уравнение функционирования узла

$$\frac{dW_{бх}}{dt} = \sum_{k \in S} Q^{(k)} \qquad (72)$$

с детализацией компонентов правой части, имеем

$$\frac{dW_{бхi}}{dt} = \sum_{k \in S_{2i}^{(1)}} q^{(k)} + \sum_{j \in S_{2i}^{(2)}} \bar{Q}_{ij} - \sum_{j \in S_{3i}^{(2)}} P_{ij} - \sum_{k \in N_i} Q_i^{(k)} - V_{пот\,i} \quad , \qquad (73)$$

где $q_i^{(k)}$ - основной или боковой агрегированный приток к i-му узлу, включающий коллекторно-дренажные воды, незарегулированный приток реки, возвратные воды и т.д.;

$\bar{Q}_{ij}$ - расход, поступающий от j-го узла к узлу i;

P_{ij} - попуск из i-го узла в узел j;

Q_i - расход, отбираемый к-ми водопотребителями из узла;

S_{1i} - множество агрегированных притоков;

S_{2i} - множество узлов, подающих воду в i-й узел;

S_{3i} - множество узлов, получавших воду от i-го узла;

N_i - множество водопотребителей, прикрепленных к i-му узлу.

Уравнение (72), как и (73), фактически является уравнением водохозяйственного баланса, записанным в дифференциальной форме. Уравнение водохозяйственного баланса дуги будет иметь следующий вид

$$\frac{dW_{ij}}{dt} = \sum_{z \in S_{ij}^{(1)}} q_{ij}^{(k)} + Q_{ij}^{(1)} - Q_{ij}^{(2)} - \sum_{k \in S_{ij}^{(2)}} - W_{вот\,ij}, \qquad (74)$$

где $S_{ij(z)}^{(1)}$ - множество притоков на дуге ij;

S_{ij} - множество водозаборов, расположенных вдоль дуги;

Q_{ij} - расход, отбираемый к-м водозабором с дуги ij.

Уравнения связи между узлами и дугами в соответствии с физикой процессов будут следующими

$$Q_{ij}^{(1)} = P_{ij} \quad V_i \in V, \; ij \in V \; ; \qquad (75)$$

$$\bar{Q}_{ij} = Q_{ji}^{(z)} \; \forall i \in V, \quad ij \in V . \qquad (76)$$

Совокупность уравнений (73)-(76) описывает траектории ВХК в зависимости от притока и управляющих воздействий.

Ограничения, накладываемые на переменные, могут быть обусловлены самыми разными причинами, однако в первую очередь необходимо выделить те из них, которые допускаются физической природой самого объекта. Для ВХК они будут следующими:

объем водохранилища должен быть всегда положительной величиной, верхнее значение которой определяется максимальным объемом:

$$0 \leq W_{вх_i} \leq W_{вх_i}^{max} . \qquad (77)$$

При ограничении на объем сработки водохранилищ (77) превращается в

$$W_{вх_i}^{min} \leq W_{вх_i} \leq W_{вх_i}^{max} .$$

Соответственно для объема на дуге имеем $0 \leq W_{ij}$.

Ограничения, обусловленные технической стороной объекта, для всех ВХК имеют вид

$$P_{ij}(V_i)^{min} \leq P_{ij} \leq P_{ij}(V_i)^{max} .$$

В результате пуск из водохранилища не может выйти из диапазона, диктуемого всеми видами водовыпускных сооружений (сюда входят и расходы через ГЭС).

Ограничения по водоподаче, диктуемые конструкцией водозаборных сооружений

$$Q_{i\,min}^{(к)} \leq Q_i^{(к)} \leq Q_{i\,max}^{(к)} ,$$

$$Q_{ij\,min}^{(к)} \leq Q_i^{(к)} \leq Q_{ij\,max}^{(к)} ,$$

где $Q_{i\,max}^{(к)}$; $Q_{ij\,max}^{(к)}$; $Q_{i\,min}^{(к)}$; $Q_{ij\,max}^{(к)}$ – максимально и минимально возможные расходы K-го потребителя, относящегося к рассматриваемому узлу или дуге.

Ограничения $Q_{i\,max}^{(к)}, Q_{ij\,max}^{(к)}$ являются функциями как конструкции сооружения, так и уровней воды в водохранилище или на участке русла.

Основное назначение водохранилищ многолетнего регулирования (ВМР) заключается в многолетнем перераспределении стока с целью увеличения обеспеченности водоотбора из бассейна реки. Теория регули-

рования стока позволяет найти зависимость между емкостью ВМР, количеством отбираемой воды и гарантированностью этого отбора в статистическом смысле, оставляя открытыми вопросы выбора управляющих решений в конкретных условиях.

Для выбора управляющих воздействий необходимо сначала дать количественную оценку понятию "напряженный режим работы ВХК". По существующим представлениям, напряженным называют режим работы ВХК, при котором потребный объем водных ресурсов приближается (или даже превышает, как это имеет место для ВХК Сырдарьи) к среднемноголетнему стоку реки. Однако это не вполне верно, так как величина возможного отбора воды из бассейна реки зависит не только от среднемноголетнего стока, но также и от объема возвратных вод и, главное, от пространственного размещения ВМР. Для получения количественной оценки величины возможного отбора воды из бассейна реки рассмотрим стохастическую модель функционирования ВХК (чтобы не загромождать выкладок на этом этапе, будем полагать, что ВХК регулируется одним ВМР).

Пусть W_1 – часть стока бассейна реки, которая проходит через ВМР, а W_0 – общий сток бассейна, включающий в ту часть стока, которая проходит вне ВМР. W_1 и W_0 – являются случайными величинами с известными функциями распределения $F_1(x)$ и $F_0(x)$, $F_i(x)=P(W_i<x)$. $i=0,1$). Здесь

$$W_1=\sum_{k\in S_{ij}^{(1)}} q_{ij}^{(k)}, \quad \text{а} \quad W_0=\sum_{i\in\gamma} W_{ij}$$

Обозначим через $\bar{W}$ величину стока, отбираемого из бассейна ($W=\sum_{k\in S_{ij}}\sum_{t\in T} Q_{ijt}^{(k)}$), и рассмотрим процесс сработки емкостей ВМР. Сработка емкостей ВМР происходит в случае $W_0<\bar{W}$ и равна $\bar{W}-W_0$, при $W_0>\bar{W}$ сработки емкостей ВМР не происходит. Математическое ожидание объема сработки из ВМР можно записать в виде

$$\Delta W_{6x}=\bar{W}-\int_0^{\bar{W}} x\,dF_0(x)-\bar{W}\int_{\bar{W}}^{\infty} dF_0(x) \qquad (78)$$

Наполнение емкостей ВМР может осуществляться при $W_0>\bar{W}$, причем накоплению принадлежит лишь сток, проходящий через створ ВМР. Введем функции $\varphi_0(F)$ и $\varphi_1(F)$ соответственно. Через W_{6x}^{max} обозначим максимальный объем ВМР. Тогда процесс накопления в ВМР можно описать следующей функцией

$$Y(x)\begin{cases} 0 \text{ при } 0<x<\bar{W} \\ \min\left[x-\bar{W},\ \varphi_1(F_0(x)),\ W_{6x}^{max}\right] \text{ при } \bar{W}<x<\infty \end{cases} \qquad (79)$$

Математическое ожидание накапливаемого объема в ВМР будет иметь следующий вид

$$\Delta W_{6x} = \int_{\bar{W}}^{\infty} \min\left[x-\bar{W},\ \varphi_1(F_0(x)),\ W_{6x}^{max}\right] dF_0(x) . \qquad (80)$$

В выражении (80) сразу учтено, что интеграл от первого элемента формулы (79) равен нулю.

Для устойчивости работы ВМР в многолетнем разрезе (возможность заполнения емкостей ВМР) должно выполняться неравенство

$$\Delta W_{6x}^{+} \geq \Delta W_{6x}^{-} \qquad (81)$$

Подставляя выражения для ΔW_{6x}^{-} и ΔW_{6x}^{+} в (81) и решая его относительно W, получим

$$\bar{W} \leq \int_0^{\bar{W}} x\,dF_0(x) + \bar{W}\int_{\bar{W}}^{\infty} dF_0(x) + \int_{\bar{W}}^{\infty} \min\left[x-\bar{W},\ \varphi_1(F_0(x)),\ W_{6x}^{max}\right] dF_0(x) \qquad (82)$$

Знак равенства в выражении (82) дает то предельное значение величины водоотбора, которую можно требовать от любого бассейна реки. Эту величину можно назвать предельной природно-технологической мощностью бассейна. Если бассейн регулируется несколькими ВМР, то, проводя аналогичные рассуждения, получим

$$\bar{W} = \int_0^{\bar{W}} x\,dF_0(x) + \bar{W}\int_{\bar{W}}^{\infty} dF_0(x) + \sum_{i=1}^{\nu}\int_{\bar{W}}^{\infty} \min\left[x-\bar{W},\ \varphi_i(F_0(x)),\ W_{ibx}^{max}\right] dF_0(x) , \qquad (83)$$

где $\varphi_i(F)$ – функции, обратные $F_i(x)$;

$F_i(x)$ – функции распределения стока в створе i-го ВМР.

Теперь можно дать количественную оценку понятию работы ВХК в напряженном режиме. Дефицит в системе может возникнуть как в результате недостатков в водных ресурсах в целом, так и за счет невозможности достаточного регулирования части стока. Второй вариант возможен, если суммарный регулирующий объем системы меньше потребляемого объема водных ресурсов. И в том и в другом случае составляющие ВХК будут ущемлены; вопрос заключается в определении объекта и мер ущемления.

Сначала устанавливают глубину дефицита Д по системе в целом

$$Д_t = \int_{t_1}^{t_2} \Big[\sum_{i \in Г} \Big(\sum_{\kappa \in N_i} Q_i^{(\kappa)} - W_{потр\,i} - \sum_{\kappa \in S_i^{(u)}} q_i^{(\kappa)} \Big) + \sum_{ij \in Г} \Big(\sum_{\kappa \in S_{ij}^{(z)}} Q_{ij}^{(\kappa)} + W_{потр\,ij} - \sum_{\kappa \in S_{ij}^{(i)}} q_{ij}^{(\kappa)} \Big) \Big] dt - \sum_{i \in N} \Delta W_{бх\,i} \,. \quad (84)$$

Напряженный режим работы ВХК предполагает наличие среднемноголетнего дефицита, равного

$$\frac{\sum_{t=1}^{T} D_t}{T} \geqslant 0 \,.$$

Пусть $W_{бх_t}$ – объемы ВМР в текущем году, а $\bar{W}_{бх}$ – теоретический среднемноголетний объем ВМР. Этот объем определяется при проектировании ВМР и является расчетным. Ориентируясь на $\bar{W}_{бх}$ и $Z(\bar{W}_{бх})$ (Z – отметка горизонта в ВМР), выбирают оборудование для ГЭС, назначают гарантированную отдачу и т.п. Учитывая назначение ВМР, величину $\bar{W}_{бх}$ можно рассматривать лишь как математическое предположение наполнения водохранилища, которое для него является оптимальным (это наполнение не может не быть оптимальным, иначе теряется весь смысл проектных проработок).

Перед тем как переходить к анализу конкретных ситуаций, сформулируем два основных требования, определяющих стратегию управления ВХК и ВМР.

Требование I. Осуществляя покрытие дефицита в текущем году, лицо, принимающее решение (ЛПР), должно стремиться к тому, чтобы

$$\lim_{t \to \infty} M[D_t] = \bar{D} \quad при \quad M[D_t] - \bar{D} \leq 0 \,. \quad (85)$$

Требование 2. Выполняя сработку или наполнение ВМР, ЛПР должно стремиться к тому, чтобы

$$\lim_{t \to \infty} M[W_{бх\,t}] = \bar{W}_{бх_t} \,, \quad (86)$$

где $M[D_t]$, $M[W_{бх_t}]$ – математическое предположение фактического дефицита и наполнения ВМР соответственно.

Первое требование фактически выделяет ту область в пространстве решений, где может существовать оптимум. Нарушение этого требования приведет к постепенному опорожнению (или невозможности наполнения) ВМР при любых экономических критериях. Второе требование, в основном, отражает интересы энергетики и может стать источником противоречий между энергетикой и ирригацией, особенно сильно выраженным в бассейнах рек с большой амплитудой интегральных отклонений от среднего.

Эти два требования позволяют сформулировать следующую задачу определения оптимальной сработки (наполнения) емкостей ВМР. Пусть

$\{t = 1, 2, \ldots T\}$ – период лет, на котором рассматривается управление ВХК. Определим W_r^o – как годовой сток в рассматриваемом бассейне, а через $\varphi(W_t^o)$ обозначим величину стока в створе ВМР. Если коэффициент корреляции между стоком в створе ВМР и стоком в бассейне близок к единице, то $\varphi(W)$ можно рассматривать как детерминированную функцию случайного переменного, в противном случае определить как случайную функцию случайного аргумента. Уравнение сохранения массы, выписанное для бассейна

$$D_r = \begin{cases} \bar{W} - W_t^o - \Delta W_{вх_t} & при \ \bar{W} > W_t^o + \Delta W_{вх_t} \\ 0 & при \ \bar{W} < W_t^o + \Delta W_{вх_t} \end{cases} . \qquad (87)$$

Критерий качества управления ВХК и ВМР, исходя из сформулированных требований, можно записать в виде

$$\mathcal{L} = \min_{\Delta W_t} \left[\lambda_1 \sum_{t \in \{T\}} f_1(D_t) + \lambda_2 \sum_{t \in \{T\}} f_2(\Delta Э_t) \right], \qquad (88)$$

где λ_1, λ_2 – коэффициенты Парэтто;

$(\lambda_1 + \lambda_2 = 1)$; $f_1(D)$ – функции ущерба в ВХК от дефицита водных ресурсов;

$f_2(\Delta Э_r)$ – функция ущерба в ВХК от недовыработки электроэнергии;

$\Delta Э$ – недовыработка электроэнергии из-за пониженных горизонтов воды в ВМР. Величина $\Delta Э$ записывается в виде

$$\Delta Э_r = Э(W_{вх}) - \min\left(Э^{max}, Э(W_t)\right), \qquad (89)$$

где $Э^{max}$ – максимальная мощность ГЭС;

$Э(W_{вх})$ – функция выработки электроэнергии в зависимости от наполнения ВМР.

Учитывая, что $Э(W_{вх})$ – детермированная и заранее известная функция, функцию $\Delta Э_r$ можно преобразовать к виду $f_2(\Delta Э_r) \Rightarrow f_2(f_3(W^{max} - W_t))$ или, если имеется несколько ВМР, то

$$f_2(\Delta Э_t) = f_2\left(\sum_{i=1}^{r} f_{j3}(\bar{W}_{вхi} - W_{it})\right).$$

Обозначим композицию f_2 и f_3 через $\bar{f} = f_2 \otimes f_3$, выражение (89) запишем в виде

$$\mathcal{L} = \min_{\Delta W_t} \left[\lambda_1 \sum_{t \in \{T\}} f_1(D_t) + \lambda_2 \sum_{t \in \{T\}} \bar{f}(\bar{W}_{вх} - W_t) \right] \qquad (90)$$

По физическому смыслу $\partial f_i/\partial D_t > 0$, $\partial f/\partial DW_t > 0$, поэтому любая структура $(Y(D_t, DW_t)$ управления ВМР должна удовлетворять условиям

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{\partial Y}{\partial D_t} \geqslant 0 \\ \dfrac{\partial Y}{\partial DW_t} \leqslant \end{array}\right\} \forall t \in \{0, 1, \ldots, T\}, \tag{91}$$

В принципе можно придумать бесконечное множество структур $Y(D_t, DW_t)$, удовлетворяющих условию (91). Рассмотрим простейшую. Пусть $Y(D_t, DW_t) = \alpha_0 D_t - \alpha_1 DW_t$; $\alpha_0, \alpha_1 \geqslant 0$.

Требуется определить α_0, α_1 такие, что $\mathcal{L} = \min \mathcal{L}$, а траектория системы описывается выражениями (91), (75-77). Если бы значения стока (W_t°, $t = 1, 2, \ldots, T$) были детерминированными, то задача нахождения α_0 и α_1 имела бы однозначное решение. Однако, учитывая случайный характер W_t°, фактически задача заключается в нахождении наиболее вероятных α_0 и α_1. Пусть S - номер реализации последовательности $\{W_t^\circ, t \in \{T\}\}$ $S = 1, 2, \ldots, S$; S - общее количество реализаций последовательности стока. Конкретную реализацию последовательности стока теперь можно рассматривать в виде случайного вектора $\vec{\xi}$ ($\vec{\xi} = [W_0^\circ, W_1^\circ, \ldots, W_R^\circ]$, а параметры структуры стратегии управления в виде вектора $\vec{\alpha}$ ($\vec{\alpha} = [\alpha_0, \alpha_1]$). Целевую функцию управления теперь можно записать в виде

$$\mathcal{L}^{min} = \min_{\vec{\alpha}} \mathcal{L}(\vec{\xi}, \vec{\alpha})\Big|_{\vec{\xi}}. \tag{92}$$

Следовательно, для каждой реализации $\vec{\xi}_s$ будет существовать вектор $\vec{\alpha}_s$, доставляющий минимум выражению (92), обозначим его через $\mathcal{L}_s^{min}$. Совокупность $\mathcal{L}_s^{min}$ и $\vec{\alpha}_s$, $S \in \{S\}$ образуют два множества, которые также можно рассматривать как случайные.
Определим $M_S[\vec{\alpha}_s]$ и $M_S[\mathcal{L}_s^{min}]$ как средние значения этих величин на множестве $\{S\}$ После чего вычислим $\mathcal{L}_S$ как

$$\mathcal{L}_S = \mathcal{L}(\vec{\xi}_S, M_S[\vec{\alpha}_s]), \forall S \in \{S\}. \tag{93}$$

По физическому смыслу значения $\mathcal{L} > 0$, следовательно, должно выполняться неравенство

$$M_s[\mathcal{L}_s] \geq M[\mathcal{L}_s^{min}]. \qquad (94)$$

Величина δ_s характеризует устойчивость выбранной структуры стратегии управления относительно случайных возмущений

$$\delta_s = \frac{M_s[\mathcal{L}_s] - M_s[\mathcal{L}_s^{min}]}{M_s[\mathcal{L}_s]}. \qquad (95)$$

В идеальном случае $\lim \delta_{s,s \to \infty} = 0$, в реальных ситуациях при подборе структуры стратегии управления нужно добиваться, чтобы $\delta_s \leq \delta_{min}$, где δ_{min} определяется из условия

$$\delta_{min} = \lambda_1 D[f_1] + \lambda_2 D[\bar{f}], \qquad (96)$$

где $D[X]$ - среднеквадратичное отклонение X. Вводя дополнительные условия в функции f_1 и $\bar{f}$, вызванные, например, экологическими требованиями бассейна, можно как угодно усложнять поставленную задачу, однако изложенные принципы поиска стратегии управления и сформулированные ограничения на пространство решений должны выполняться в любых случаях.

Управление внутригодовым водораспределением между ВХР основывается на стратегии управления ВМР, выработанной на предыдущем этапе, и дает общий объем водных ресурсов, которым располагает ВХК, с учетом сработки (или наполнения) ВМР в текущем году.

Естественно, что на этой основе на каждый год устанавливается объем располагаемых поверхностных водных ресурсов на основе (84) и соответствующий годовой дефицит Д. При наличии такого дефицита урезка по типу потребителей производится с учетом приоритета (по ранжиру) бытовых нужд, промышленности, орошения и прочих. Но главная задача состоит в распределении урезки на более низких уровнях иерархии, включая ВХР, ППИК и т.д.

Простейшим, но не лучшим является способ пропорциональной урезки. В этом случае расходы водопотребителей определяют по формуле

$$Q_{фак}^{(к)} = \xi_1 Q_{тр}^{(к)}, \qquad (97)$$

где $\xi_1 = 1 - \frac{Д}{W_{тр}}$; $W_{тр}$ - требуемый объем воды потребителем

$$W_{тр} = \int_{t_1}^{t_2} \left[\sum_{i \in \Gamma} \sum_{к \in N_i} Q_i^{(к)} + \sum_{ij \in V} \sum_{к \in S_{ij}^{(z)}} Q_{ij}^{(к)} \right] dt.$$

Более правильным является подход, при котором урезка всех участников осуществляется исходя из принципа равного относительного ущерба.

Для каждого ППИК, ВХР и ВХК в целом может быть получена величина суммарного ущерба от недополучения воды потребителями как сумма прямого недополучения части ВНП - уменьшения объема производства и социального ущерба как ухудшения социального состояния населения на отдельной территории. Хотя учет социальных потерь, включая ухудшение уровня жизни, отток населения, ухудшение качества труда вследствие миграции, трудно исчисляем, но в целом он может быть интерпретирован изменением национального дохода (НД) как обобщающим фактором социального прогресса.

$$y_{\bar{i}} = \sum_{k \in S_{ij}} \left(\Delta V_{\bar{i}}^{(k)} + \Delta НД_{\bar{i}}^{(k)} \right). \qquad (98)$$

Учитывая наличие связи между ВНП и НД $\Delta НД^{(k)} = \lambda_{(k)} V^{(k)}$, это выражение может быть преобразовано в

$$y_{\bar{i}} = \sum_{k \in S_{ij}} \Delta V_{\bar{i}}^{(k)} \left(1 + \lambda_{(k)} \right). \qquad (98^{I})$$

Понятно, что функция относительных ущербов в каждом территориальном подразделении ВХК будет функцией недодачи воды или, другими словами, объема водоподачи каждому водопотребителю $W_i^{(k)}$ и $W_{ij}^{(k)}$.

Величина ущемленного водопотребителя

$$W_{\bar{i}}^{(k)} = \int_{t}^{t_2} Q_{\bar{i}}^{(k)} \, dt$$

$$W_{\bar{i}j}^{(k)} = \int_{t}^{t_2} Q_{\bar{i}j}^{(k)} \, dt$$

по отношению к исходному требуемому будут определять общую величину относительного ущерба у водопотребителя

$$\frac{y_{\bar{i}}}{V_0} = f\left[\varphi_1 \frac{W_{\bar{i}}^{(k)}}{W_i^{(k)}} + \varphi_2 \frac{W_{\bar{i}j}^{(k)}}{W_{ij}^{(k)}} \right].$$

Для обеспечения равенства всех потребителей по отношению к их исходному (планируемому) состоянию необходимо, чтобы

$$\frac{y_{\bar{i}}}{V_0} = idem. \qquad (99)$$

Указанное условие приводит к системе нелинейных уравнений, в результате решения которых и устанавливают значения $W_i^{(\kappa)}$ и $W_{ij}^{(\kappa)}$.

Понятно, что ВХК необходимо добиться максимального экономического эффекта в условиях дефицита воды или же минимума народнохозяйственного ущерба при недоподаче ее участниками комплекса. В этом случае поставленная цель формируется в виде задачи оптимального управления, где в качестве критерия выступает при ограничении функционал

$$y = \int_{t_1}^{t_2} \Big[\sum_{i \in I} \sum_{\kappa \in N_i} f_i^{(\kappa)} \left(Q_i^{(\kappa)} - Q_i^{(\kappa)\pi} \right) + \sum_{ij \in V} \sum_{\kappa \in S_{ij}^{(\alpha)}} f_{ij}^{(\kappa)} \left(Q_{ij}^{(\kappa)} - Q_{ij}^{(\kappa)\pi} \right) \Big] (dt \to \min), \quad (100)$$

где f - функция ущерба от недоподачи воды участникам ВХК.

В этом случае $Q_i^{(\kappa)}$ и $Q_{ij}^{(\kappa)}$ определяют решением задачи динамического программирования.

Управление бассейном реки в условиях дефицита воды

Невозможность удовлетворения потребности в воде всех водопотребителей в бассейне, особенно в орошаемом земледелии, требует осуществления ряда мер по снижению остроты дефицита, который, будучи применен в практике управления ВХК, позволяет в значительной степени снизить недостаток водных ресурсов в бассейнах. Ниже приводятся основные мероприятия, рекомендованные нами для Среднеазиатского региона и получившие проверку в течение указанных маловодных периодов.

Совмещение поливных и влагозарядковых поливов. Ранее считалось, что лучшее время для профилактических промывок засоленных и сильнозасоленных земель приходится на вторую половину ноября-декабрь, когда уровень грунтовых вод опускается ниже среднегодового и создаются лучшие условия для промывки стока усилением естественной дренированности. Но тогда нередки бывали случаи, когда при дефиците влагосбережения перед севом производился еще и влагозарядковый полив нормой 1500-2000 $м^3$/га для создания необходимых запасов влаги в почве в период вегетации. В результате на невегетационные поливы в среднем по Узбекистану затрачивалось 15-18 $км^3$ в год.

Учитывая, что интенсивные профилактические промывки в условиях искусственного дренажа могут в короткий срок (10-20 дней) обеспечить

снижение и запасов солей и одновременно сработку уровня грунтовых вод для обеспечения условий для посевов, целесообразно на таких землях сдвинуть промывные поливы на весну, в основном, на период с 5-15 февраля по 1-10 марта, совместив их с влагозарядковыми поливами.

Совмещение позволило одновременно использовать старый метод среднеазиатских крестьян, применявшийся испокон веков в дефицитных районах. Этот метод часто называют "закалкой хлопка". Рассчитан он на то, что во влагоемких грунтах, имея достаточные запасы влаги в почве для всходов и начала вегетации, далее с помощью усиленной культивации поддерживать поверхность почвы в рыхлом состоянии для уменьшения физического испарения и одновременно оттягивать первый полив до 10-20 июня, тем самым провоцируя, особенно, при близких или неглубоко залегающих грунтовых водах, усиленное углубление корневой системы. Далее, не только создаются условия для совмещения первого и второго поливов и экономии 500-1200 $м^3$/га воды, но и одновременно растения получают устойчивость к недостаточной водообеспеченности за счет глубоко развитой корневой системы.

Сокращение посевов водоемких культур. В тех случаях, когда емкости многолетнего регулирования оказываются сработанными и ожидается повторное маловодье, с целью снижения до минимума ущерба всему народному хозяйству и одновременно для наполнения опорожненных емкостей рекомендуется сознательно до начала вегетационных работ сократить в плановом порядке посевы влагоемких культур, в первую очередь, риса. Таким образом, например, в 1986 г. за счет сокращений посевов риса в КК АССР и Хорезме на 30 тыс.га была уменьшена суммарная потребность воды в бассейне Амударьи более чем на 1 $км^3$.

Форсированное использование подземных вод сверх утвержденных ГКЗ запасов. Этот прием требует значительных капитальных вложений на строительство новых или увеличение мощности существующих скважин. Тем не менее с помощью его удавалось привлечь в отдельные годы до 1,5-2,0 $км^3$ в год. Такой метод можно применять лишь один год, но ни в коем случае не два-три маловодных года подряд, так как при этом может резко снизиться подземная составляющая поверхностного стока. После одного года форсированного использования подземных вод следует сделать перерыв в 3-4 года, чтобы восстановить прежние уровни запасов подземных вод и лишь затем снова можно использовать форсированное изъятие подземных вод.

Усиление использования минерализированных вод также может применяться как временное мероприятие при условии достаточной дренированности в течение одного сезона. Мы рекомендуем для хлопчатника привлекать минерализованные воды в смеси с пресной, доводя минерализованную смесь до 2,0-2,5 г/л лишь во время второго-третьего поливов, когда солевая устойчивость растений повышена. Разработаны (54) дифференцированные мероприятия по этому поводу для различных грунтов, культур и степени дренированности.

Ущемление водоснабжения. Известно, что общая характеристика кривых "урожай-водопотребление" - $У/У_{max} = f(E_т/E_{т опт})$ носит криволинейный характер с максимумом уровня, соответствующему $E_{т опт}$ (рис.29). Исходя из этого строится функция ущерба от недоподачи воды. Она показывает, что при равномерном ущемлении в течение всей вегетации до 10% практически ущерб урожая очень мал. К сожалению, в практике такого равномерного ущемления большей частью не происходит, так как водопотребители стремятся максимум воды получить уже в начале вегетации, не думая о более поздних фазах развития. С целью выявления дифференцированного влияния ущемления водопотребления в течение вегетации Ю.Рысбековым (48) были проведены многолетние исследования на НИСТО САНИИРИ.

Исследования исходили из того, что каждое растение имеет различные критические фазы по реакции на отклонение от нормального водного питания. Для каждой фазы развития определяли оптимальный режим влажности, вводились определенные ограничения с сохранением или изменением оптимальных условий в другие фазы. Исследования подкреплялись анализом и обобщением данных различных исследований, в том числе и зарубежных. При этом удалось выявить следующие критические фазы, не допускающие отклонения от оптимума водного питания для различных растений: кукуруза-цветение-молочная спелость,

хлопчатник-цветение-плодоношение,

рожь, пшеница-выход в трубку-плодоношение,

картофель-цветение-формирование клубней.

В другие фазы отзывчивость растений на подачу воды значительно меньше. В частности, отмечались десятки случаев затяжки первого полива хлопчатника при доведении предполивной степени увлажнения корнеобитаемой зоны до 0,35(соответствующей 40-45% НВ), когда растения в хорошо оструктуренной почве при постоянных обработках не ощущали стрессовых ситуаций.

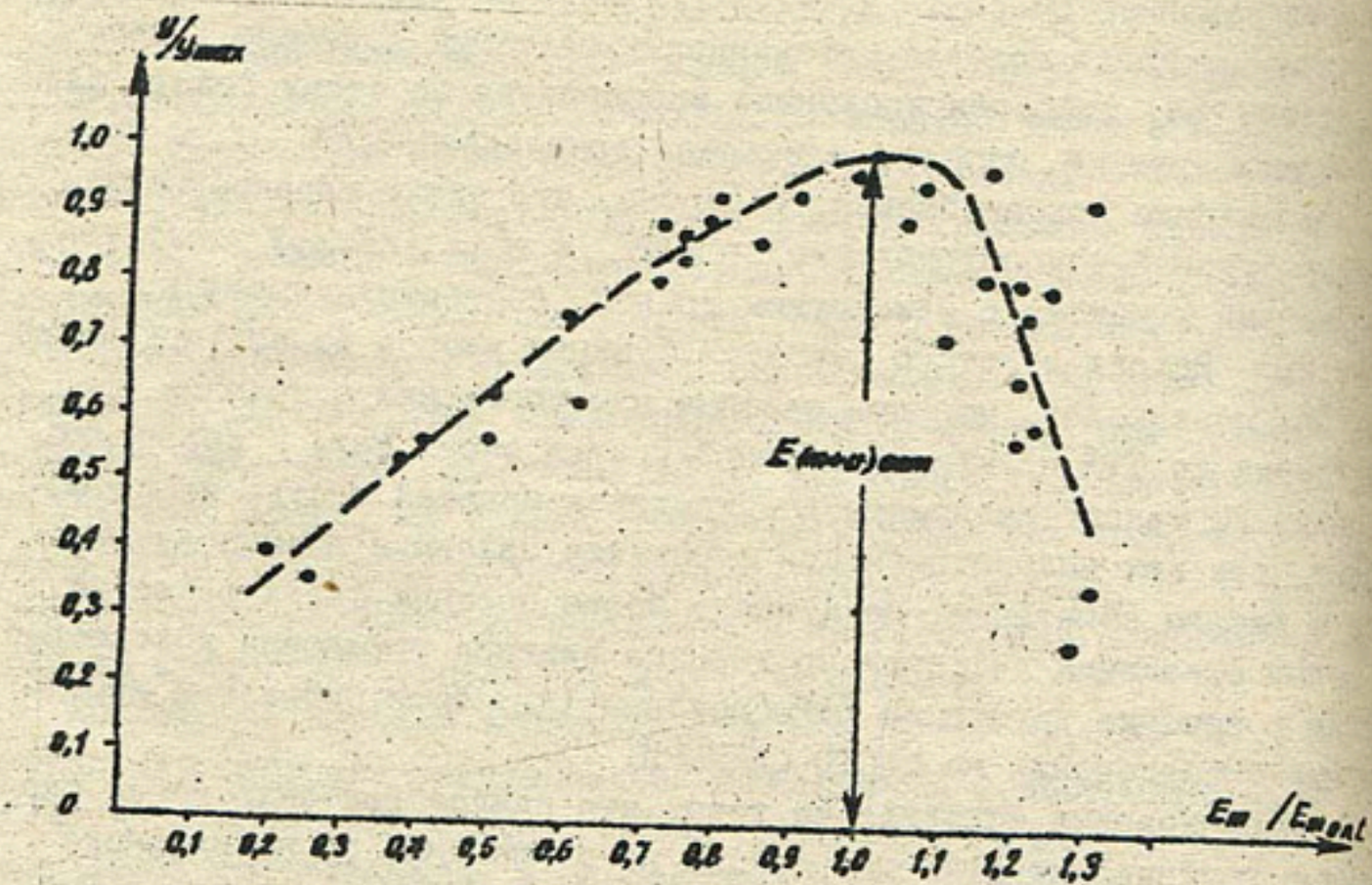


Рис. 29. КРИВАЯ ИЗМЕНЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

Исходя из этого, когда известны масштабы дефицита воды, целесообразно ущемлять растения в некритические периоды и стремиться полностью обеспечить потребности их в критические фазы развития.

Используются и другие приемы: усиление субирригации, водооборот, полив по укороченным бороздам и т.д.

Очень важное значение для снижения водопотребления как в маловодные, так и в обычные годы имеет корректировка водопотребления в зависимости от климатических условий года.

Принципы и положения, приведенные в работе (16), позволяют с использованием комплекса математических средств, вычислительной техники и средств информации получить более уточненные данные о фактически необходимом оптимальном водопотреблении. При этом учет текущей метеорологической, хозяйственной, почвенной и другой обстановки на основе данных водобалансовых станций дает возможность во многих случаях значительно уменьшить водопотребление против планового в интересах орошаемого земледелия. Существующая же практика заявок по среднемноголетним данным и режиму орошения зачастую приводит к большим народнохозяйственным потерям стока, особенно в начале и в конце вегетации.

Для установления изменений всех индивидуальных параметров таксона выбирают типичный эталонный участок, который принимают за модель определенной части площади орошения (гидромодульного района) так, чтобы закономерности в изменении водного и солевого балансов параметров влаго- и солепереноса были аналогичны таковым в целом для балансового контура. За расчетную основу принимают водный баланс зоны аэрации совместно с балансом грунтовых вод.

Эталонный воднобалансовый участок является моделью всей мелиоративной разности, у которой горизонтальный масштаб совпадает с натурой, а площадный - уменьшен во много раз.

Для таких площадных моделей целесообразно выдерживание в виде параметра моделирования идентичности гидрогеологических условий: индекса рассоляющего действия поливов - $O_{c\alpha} + O_p[(1-\eta_c) + \eta_c(1-\eta_{mn})$; естественной дренированности $\underline{\Pi} + \underline{O}$; положения и динамики уровня грунтовых вод.

К этим условиям необходимо добавить: геоморфологическую идентичность условий по классификации, приведенной в главе 3. Кроме того, должны быть одинаковы направленность и характеристика мелиоративных режимов и почвообразовательных процессов, искусственная дренированность и ее интенсивность, тип конструкций оросительной сети,

а также должно быть соблюдено единство этапов освоения территории.

На основе моделей (М.Б.Баклушин, В.А.Духовный, О.П.Дудко, Э.Д.Чолпонкулов, 1987 г.) получена возможность рассчитывать суммарное водопотребление культур хлопкового комплекса не только в целом за сезон или помесячно, но и по более узким периодам, включая декаду.

По районированию, проведенному САНИИРИ и Средазгидроводхлопком, для бассейна Сырдарьи достаточно иметь 50-55 воднобалансовых станций, которые, являясь типичными каждая для своей зоны по указанным признакам (одна станция на 50-60 тыс.га), позволили бы оперативно корректировать все потребление в бассейне. При этом ВЕС могут не только обеспечить прогнозными и ретроспективными данными ГУ ВХК, но и распространять эту информацию по всем хозяйствам и организациям, использующим обслуживаемые ВЕС орошаемые земли. В информации, кроме прогноза и анализа водного режима и водопотребления, следует включить возможность привлечения внутрисистемных дренажных вод, их допустимую минерализацию, а также характерные кривые "урожайность - водопотребление".

Прогноз водопотребления должен сопровождаться определением динамики соленакопления в зоне аэрации.

Организованные в САНИИРИ с участием Минводхоза Узбекистана воднобалансовые станции позволяют резко снизить удельные расходы воды на гектар орошения. Например, в совхозе № 18 Голодной степи экономное водопользование на основе рекомендаций ВЕС позволило экономить ежегодно 600-1000 $м^3$/га по сравнению с другими хозяйствами, расположенными в таких же природно-мелиоративных условиях (табл.29

Пользуясь описанными средствами и ориентируясь на методику выработки решений управления, можно в каждом отдельном случае дефицита определить поиск того или иного решения.

В каждом отдельном случае дефицита определять поиск того или иного решения.

Предположим, в бассейне на период вегетации дефицит воды составляет ≈ 20% вегетационного ресурса ствола, размещенного в бассейне Нарына - 2,0 $км^3$ и Чирчика - 1,0 $км^3$. Экологические ограничения определяются требованием качества воды по всему стволу (не более 1,3 л/га) и требованиями дельты 2,0 $км^3$ за вегетацию. С точки зрения использования всего регионального потенциала необходимо оценить возможные:

ущемление пропорциональное всех водопотребителей;

ущемление отдельных культур и отдельных фаз;
усиление использования минерализованных вод;
усиление использования подземных вод.

Таблица 29

Динамика водопотребления в совхозе № I8 Акалтынского района Сырдарьинской области на основе работы водно-балансовой станции

Год	Урожайность, т/га		Удельный водозабор на границе хозяйства, $м^3$/га	Суммарное водопотребление, $м^3$/га	Затраты воды на центнер урожая	
	совхоз № I8	район			совхоз № I8	район
I982	4,I	3,0	6450	8890	I57	3I6
I983	3,5	2,6	890I	8400	254	347
I984	3,5	2,7	6627	9032	I89	258
I985	3,5	2,8	9967	9060	285	3I3
I986	3,6	2,8	8306	9452	23I	253
I987	3,6	2,9	7793	I02I4	2I6	232

Для данного уровня дефицита целесообразно на основе оптимизации альтернативных решений увеличить привлечение подземных вод до I,0 $км^3$ в год на базе имеющихся скважин (без бурения дополнительных) и использование минерализованных вод со второго полива до I,5 $км^3$ в год и ограничить водопотребление всех орошаемых земель на 5%.

Для других уровней дефицита могут быть получены комплексы иных решений. Для очень глубокого дефицита, возможно, пришлось бы искать совершенно нетривиальные пути. Тем не менее, подходы к управлению могут быть ориентированы по итеративным шагам по мере углубления дефицита.

ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

Прогнозирование развития водных ресурсов

Хотя дальнейшее социальное развитие и прогресс экономики в аридной зоне нашей страны ориентируется, в основном, на углубление переработки естественных природных ресурсов (минерального сырья, нефте- и газопродуктов) и получаемого сельскохозяйственного сырья, на развитие промышленности местных материалов на основе отходов и полуфабрикатов, на рост маломатериалоемких, но трудоемких отраслей, тем не менее самые оптимальные прогнозы показывают, что до 40% валового национального продукта в любом случае будет ориентировано на использование продукции водного хозяйства и орошаемого земледелия и сопряженных отраслей.

Учет демографического давления, необходимость увеличения или хотя бы поддержания уровня обеспеченности местного населения продовольственными товарами, а также возможность использования прекраснейших природных условий региона для обеспечения сельхозпродукцией всей страны делает первостепенной задачу развития сельского хозяйства Средней Азии, несмотря ни на какие эмоции неразумных ниспровергателей. Спору нет, нужно устранять недостатки в орошаемом земледелии, в ирригационных системах, в водном хозяйстве, но не тормозить их развития в целом. Отсюда вытекает важность анализа и планирования в системе ВХК наряду с высвобождением собственных, привлечением дополнительных водных резервов, рационализацией и распределением их между районами и зонами, отраслями, также возможностей дальнейшего повышения продуктивности орошаемого земледелия и увеличения валовой продукции всего АПК.

Главным способом составления и реализации перспективных планов использования водных ресурсов в пределах бассейна являются "Схемы комплексного развития водных ресурсов" в СНГ ,*master plan* за рубежом. В состав таких схем развития водных ресурсов на основе анализа существующей водохозяйственной и экономической обстановки в бассейне входят оценка уровня использования земельных и водных ресурсов, определение перспектив развития орошения как с точки зрения потенци-

альных почвенно-мелиоративных условий, так и демографического и экономического потенциалов. Особое внимание уделяют совершенствованию современного водопользования как в орошаемом земледелии, так и в отраслях экономики.

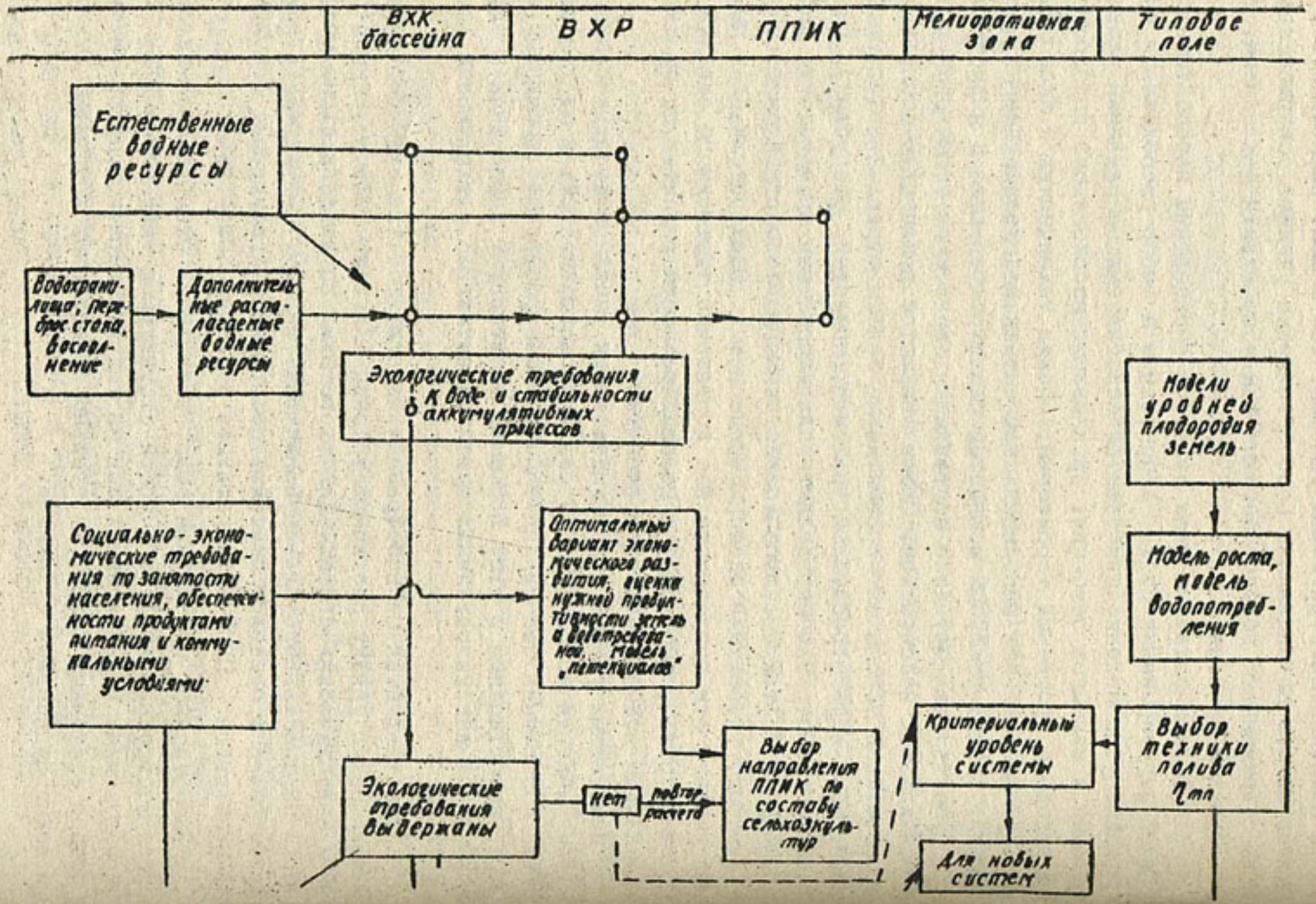
Важнейшими задачами схем являются определение перспективных уровней регулирования стока, обоснование и выбор расположения водохранилищ; установление наиболее целесообразных направлений развития орошения и массивов освоения; организация необходимого водосбора и водоотвода с орошаемых территорий; оценка технических и экономических возможностей для выполнения намечаемых водохозяйственных мероприятий; анализ реальных мощностей баз строительства и индустрии.

Существующая методика составления таких схем отличается рядом принципиальных недостатков. Схемы опираются в качестве социально-экономической основы на перспективные заявки отраслей-водопотребителей, зон -водопотребителей (районов, областей, республик). Они по своему усмотрению определяют желаемые объемы производства как промышленного, так и сельскохозяйственного: водопотребление, общее и удельное, требования экологические и т.д. Составители схем пытаются увязать эти потребности без достаточно тщательного анализа их достоверности; возможности и целесообразности развития по предлагаемому каждым водопотребителем сценарию.

Намечаемые уровни совершенствования систем водопользования и водопотребления исходят не из реальных возможностей, а из желаемого уровня достижения без увязки с потребными ресурсами, временным ходом работ, инвестициями и т.д. В схемах отсутствуют вариантный и оптимизационный поиски различных путей развития ВХК, технических решений и т.д.

Представляется целесообразным ввести в состав схем системную и аналитическую увязку различных уровней ВХК в их тесном взаимодействии и иерархических связях. Для этого нами составлена схема моделей увязки перспективного планирования ВХК (рис.30), предусматривающая рассмотрение в пределах бассейна его различных ступеней: водохозяйственный район - ППИК-мелиоративная зона-типовое поле.

Естественно, что первый этап составления схемы должен включать в себя построение морфологической структуры с выделением ВХК, ППИК, районированием мелиоративных зон по гидромелиоративному признаку и подбор эталонных полей, желательно привязанных к точкам, оснащенным воднобалансовыми станциями.


ВХК бассейна
ВХР
ППИК
Мелиоративная зона
Типовое поле
Естественные водные ресурсы
Водохранилища, переброс стока, восполнение
Дополнительные располагаемые водные ресурсы
Экологические требования к воде и стабильности аккумулятивных процессов
Социально-экономические требования по занятости населения, обеспеченности продуктами питания и коммунальными условиями
Оптимальный вариант экономического развития, оценка нужной продуктивности земель и ветеровской модели "потенциалов"
Экологические требования выдержаны
нет
повтор расчета
Выбор направления ППИК по составу сельхозкультур
Критериальный уровень системы
Для новых систем
Выбор техники полива η тп
Модели уровней плодородия земель
Модель роста, модель водопотребления

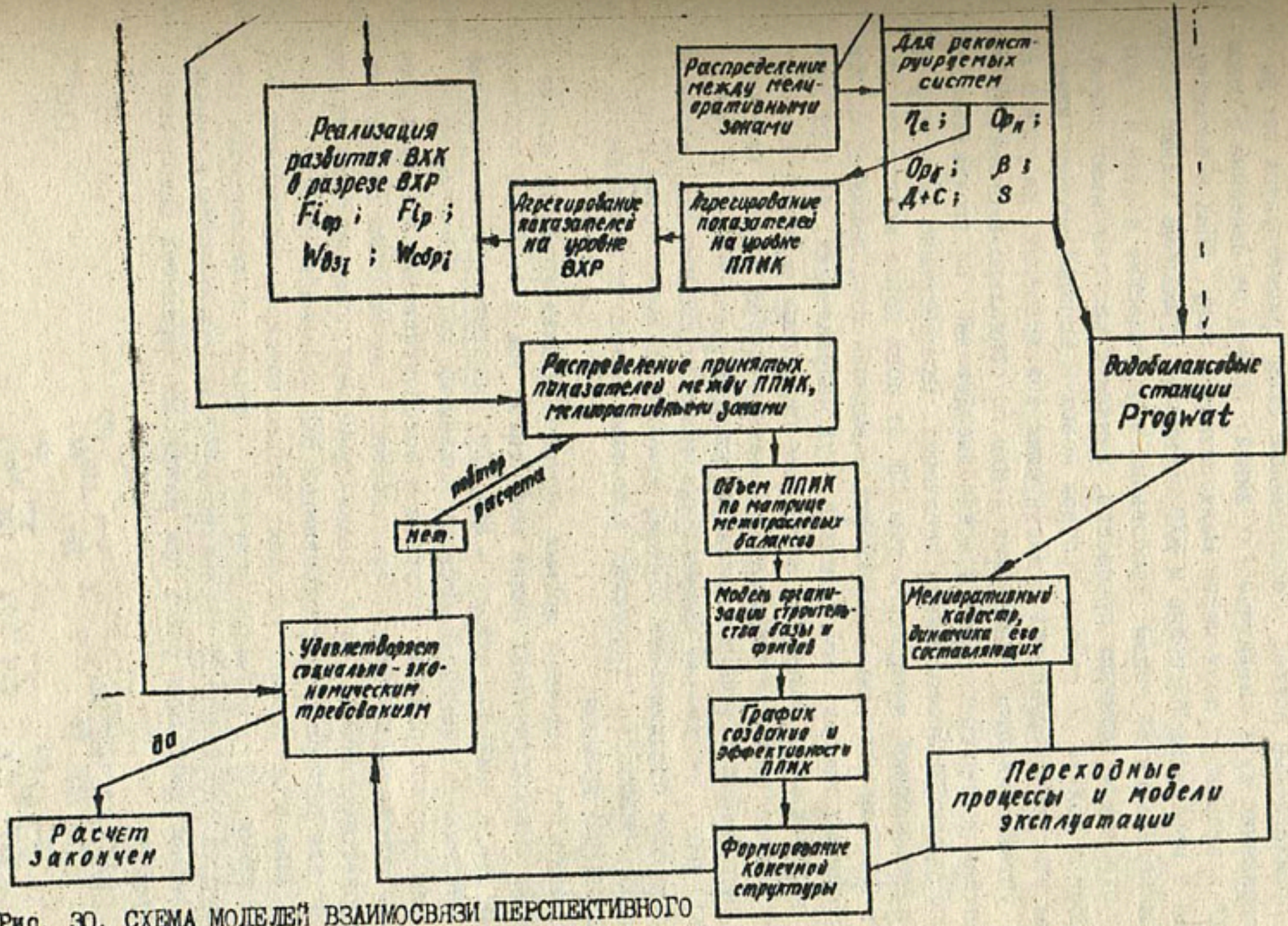


Рис. 30. СХЕМА МОДЕЛЕЙ ВЗАИМОСВЯЗИ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ВХК БАССЕЙНА И ЕГО СОСТАВЛЯЮЩИХ

Предлагаемый подход к составлению схем ориентируется как бы на сопряжение двух аналитических линий: первая от бассейна в целом на ВХР и вторая от поля через мелиоративную зону, ППИК к бассейну. Первая в масштабах бассейна и ВХР оценивает суммарные водные ресурсы, их колебания по годам, требования экологические к воде и к стабильности аккумулятивных процессов, динамику располагаемых водных ресурсов в увязке со строительством новых и использованием (изменением или реконструкцией) существующих водохранилищ. На уровне ВХК и ВХР устанавливаются требования к ним по социально-экономическим параметрам водопотребителей и водопользователей, по продуктивности АПК, по уровню благосостояния населения. Одновременно на основе анализа потенциальной продуктивности АПК от поля через мелиоративную зону к ППИК мы получаем возможности повышения плодородия существующих орошаемых земель, намечаемых в двух направлениях: за счет улучшения агротехники, селекции, внедрения передовых технологий и приемов, совершенствования эксплуатации мелиоративных систем (доступных к исполнению в течение максимум ротации севооборота) и капиталоемких мер по замене направления сельхозпроизводства, коренной реконструкции оросительных систем, углублению переработки конечной продукции, бесспорно, требующих и больших затрат и длительного, но определенного времени.

Оценка располагаемых водных ресурсов производится на основе увязанных гидрологических рядов всех видов вод в бассейне – поверхностных рек и притоков ствола и вне его, соответствующих временных рядов местных источников и дебитов подземных вод. При этом очень важно для прогнозирования ресурсов и водопотребления в последующем получить определенные связи вероятностной рандомизации параметров "ресурсов-требования": "сток-осадки-суммарное потенциальное испарение-УГВ" для различных агрегированных ВХК комплекса (рис.31). Используя известные решения методами стохастического имитационного моделирования (47), возможно получить величину располагаемых водных ресурсов определенной гарантированной обеспеченности в динамике перспективных временных рядов при различных вариантах водохозяйственных работ

$$W_{P_T}^{(P)} = \sum_{t \in T} W_{0_t}^{(P)} - W_{3t}^{(P)} \pm \sum_{t \in T} \Delta W_{вх\,t}^{(P)} + \\ + \sum_{t \in T} W_{нс_t}^{(P)} + \sum_{t \in T} W_{пв_t}^{(P)} - \sum_{t \in T} W_{пт_t}^{(P)} , \qquad (101)$$

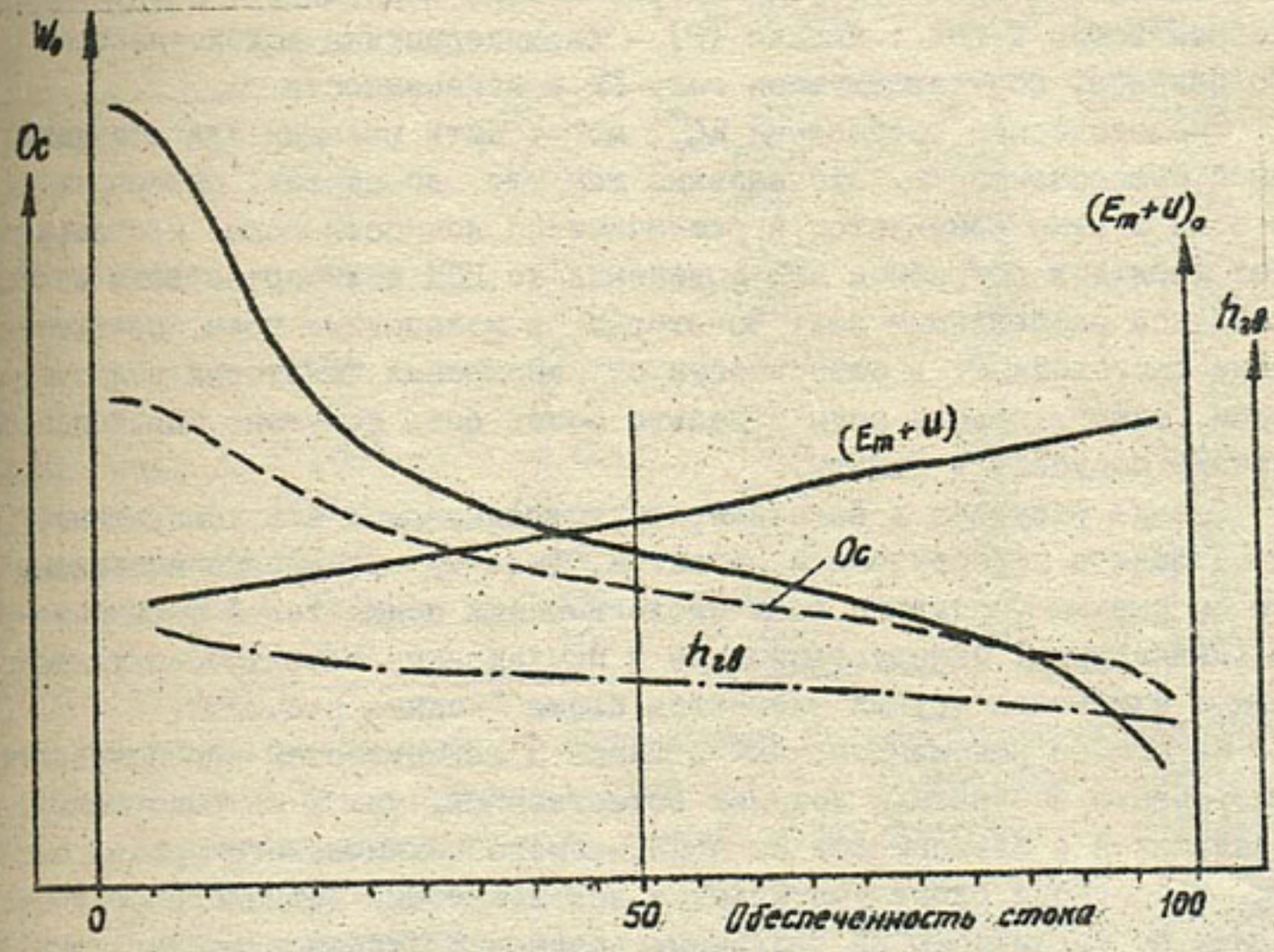


Рис. 31. УВЯЗКА РАНДОМИЗИРОВАННЫХ РЯДОВ ВОДНОСТИ РЕКИ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

где $W_p^{(P\%)}$ - располагаемые водные ресурсы P% обеспеченности;
$W_э$ - экологические требования;
$W_{нс}$ - подача каскадами насосных станций;
$W_{пв}$ - забор из подземных вод;
P - потери стока в русле и водохранилищах.

Индекс t - время в пределах расчетного периода $0 \leq t \leq T$ (удобнее всего T-год); индекс (P) - характеристика водохозяйственного баланса, соответствующая году P% обеспеченности.

Экологические требования $W_{э_t}^{(P)}$ могут быть разными для лет различной обеспеченности. Это вызвано тем, что, во-первых, минерализация воды в реке изменяется в различные по водности годы, и отсюда будет меняться потребное для доведения до ПДК количество воды исходя из баланса разбавления вод. Во-вторых, в маловодные годы, предшествующие многоводным, в зависимости от наполнения дельтовых водоемов и пойм, минерализации воды в дельте может быть допущено определенное снижение попусков в дельту.

Оценка ресурсов в бассейне, подготавливаемых для комплексной оптимизации в перспективном развитии, была бы совершенно неполной, если бы она не учитывала всех экологических показателей формирования (инвестиции, эксплуатационные и приведенные затраты), а также прогноз изменения других элементов блока "водные ресурсы".

На основе рекомендованных в главе 3 зависимостей прослеживается формирование возвратных вод, как естественных, так и антропогенных, изменяющихся в зависимости от принимаемого технического уровня системы. В прогнозе блока учитываются все возможные технологические решения по увеличению на различных временных этапах располагаемых водных ресурсов или возможному его уменьшению с соответствующими затратами.

В первом случае имеется в виду дополнительное многолетнее регулирование путем строительства буферных водохранилищ; при расположении их в зонах формирования стока потери становятся минимальными при одновременной высокой экономической эффективности. Здесь же большое значение имеет сохранение емкостей существующих регулирующих водохранилищ при их заилении (табл.30).

Эта задача может решаться несколькими путями:

очисткой водохранилища механическими и гидравлическими методами;

наращиванием объема водохранилища путем строительства парапетных стенок, увеличения высоты и объема плотины дополнительной земляной массой;

строительством компенсирующих водохранилищ.

Таблица 30

Изменение регулирующих емкостей водохранилищ Средней Азии

Название водохранилища	Полная начальная емкость, млн.м³	В том числе мертвый объем, млн.м³	Срок ввода в эксплуатацию	Объем заиления до 1980 г. млн.м³	Ежегодный объем заиления, млн.м³
Ортотокойское	470	20,0	1956	6,0	0,25
Кайраккумское	4160	1560	1956	720	28
Фархадское	330	65	1977	315	8,8
Кассансайское	165	10	1942	8,3	0,22
Ташкентское	250	26	1959	40	1,85
Чарвакское	2006	426	1970	256	25
Каттасайское	55	0,27	1961	7,57	0,42
Джизакское	100	4,0	1968	9,0	0,82
Нурекское	10500	6010	1972	750	86
Южносурханское	800	90	1962	165	8,8
Каттакурганское	900	24	1941	68	1,8
Пачкамарское	260	10	1967	20	1,1

Последние также следует располагать в зоне формирования стока, где легче подобрать соответствующий створ с минимальными потерями воды на испарение и фильтрацию. В этой связи хотелось бы обратить внимание на то, что расположение водохранилищ на равнине связано не только с этим недостатком, но и с потерями плодородных пойменных или орошаемых земель (табл.31).

Из табл.31 видно, что для равнинных водохранилищ, таких как Хаузханское, Каркиданское и ряд других, годовые потери стока соизмеримы с их полезным объемом, что делает их практически маловодными. В то же время высоко расположенные водохранилища имеют очень малые потери и зоны затопления.

Немаловажное значение имеет сокращение непродуктивных потерь стока, особенно при многолетнем регулировании. Поэтому САНИИРИ рекомендовано для таких условий сужение русла с помощью траверсных дамб при целенаправленной раскладке наносов между этими траверсами, что позволяет освоить так называемые кайрные земли. При этом ранее расходившиеся на непродуктивное испарение воды теперь идут, в основном, на покрытие транспирации и физического испарения с освоенных земель.

По разработкам САНИИРИ, таким методом в пойме Амударьи освоено за 1975-1988 гг. более 10 тыс.га; идет освоение земель такого типа в Сурхандарье.

Уменьшения непродуктивных потерь на других реках достигают сокращением русла путем устройства прорезей, отсечения меандр и стариц и других мероприятий.

На горных и предгорных реках с развитыми фильтрующими подрусловыми отложениями отмечены большие фильтрационные потери. Здесь целесообразно транспортирование по бетонным руслам в обход естественного или по его спрямленной части (русло Санзара в Джизакской области, Шахимарданская в Ферганской долине и др.).

Создание водохранилищ на равнинных участках рек приводит к образованию мелководий и большой потере стока. На этих участках можно рекомендовать строительство польдерных систем с отсечением мелководий защитными дамбами. В этом случае исходные непродуктивные затраты стока на I га (1400-1500 мм в год) почти равным продуктивной эвапотранспирации риса и других культурных посевов.

Среди других показателей следует учитывать ожидаемые изменения природных условий, а также длительные возможные отклонения от среднемноголетних рядов стока, которые мы приводили исходя из цикличности стока.

В то же время следует учитывать возможное уменьшение стока, его располагаемой части ресурсов при ожидаемом снижении водности за счет глобальных климатических изменений, а также усиления изъятия стока на пограничных реках. Здесь уже имеются определенные претенденты и у нас и за рубежом.

Схемная оценка уровней водопотребления в промышленности обычно ограничивается сопоставлением объема нормативного и фактического удельного водопотребления общего, возвратного и безвозвратного. Но с учетом изложенных положений и моделей необходимо более детально рассмотреть перспективное и существующее состояние развития всех водопотребителей и водопользователей несельскохозяйственного назначения, наличие у них потенциалов в соответствии с ранее намеченными, эффективность использования воды; возможность и экономическую оценку затрат на снижение водоемкости производства или перехода на безводную технологию; потребность в людях и т.д.

Следует выявить и учесть ряд тенденций в развитии водопотребителей, связанных не только с объемом производства промышленности, но и с нарастанием дефицита топлива и энергетических ресурсов и др.

Увеличение размера городских и промышленных агломераций и связанного с ними водопотребления населения, а также промышленного и хозяйственного; усложнение добычи нефти, газа и других видов естественного топлива снова выдвигают на передний план полное использование гидроэнергетического потенциала, включая потенциал не только крупных ГЭС, но и мелких на оросительных и сбросных каналах. Это позволяет получать в составе ВХК дополнительный эффект в воде энергоресурсов на постоянно возобновляемом природном сырье - воде.

Среди других требований ВХК и ВХР к воде особое место занимают ранее неучитываемые требования к рекреации. По опыту зарубежных стран, получающих на рекреационных зонах водохранилищ и рек большие доходы, очень важно поддержание определенных уровней воды, которые выступают в некоторые потребные для рекреаций периоды как соответствующие ограничения на требования на воду.

Ранее в схемах при прогнозировании использования водных ресурсов учитывались социальные, экономические и экологические факторы с их трендами тех или иных тенденций. При этом планирование сводилось к строгому построению трендов и решению водохозяйственных балансов для этих перспективных лет. Однако такое положение неверно и, наряду с анализом трендов, необходимо либо составлять мероприятия по их ломке, либо резко менять существующий уровень использования вод. Поэтому необходимо разработать наиболее эффективные направления и пути возможной рационализации водных ресурсов и связанных с ней отраслей народного хозяйства.

Возьмем, например, вопрос повышения плодородия существующих орошаемых земель. Если проанализировать рост урожайности ведущих культур (рис.32), то можно убедиться, что тренд складывался несколько неоднообразно - постепенный рост сменился некоторым периодом снижения. Если просто осреднять эти тенденции, то элементарная математическая обработка их приводит якобы к стабилизации урожайности и невозможности ее увеличения сверх, скажем, 35 ц/га у хлопчатника, 60 ц/га у кукурузы на зерно. Однако, если подходить с позиций программирования урожая, то ясны огромные резервы повышения валового производства этих культур путем ликвидации тех помех, которые сдерживают полное использование потенциала орошаемых полей.

Так, путем планировки, рыхления и выработанной нами технологии внедрения новой техники полива за счет повышения коэффициента ровности фона урожайность может быть повышена на 20-25%. Далее следует резко упорядочив внутрихозяйственную эксплуатацию, ликвидировать

ное суммарное водопотребление (в составе транспирации и испарения) и его зависимость от показателей мелиоративного режима. Одновременно на уровне поля подготавливаются данные по выбору вида техники полива, его КПД и его эксплуатационных и затратных показателей. Далее вводя эти показатели в характеристики модели выбора критериального уровня систем для каждой мелиоративной зоны, получаем возможность оценить оптимальные параметры таких систем на конечный расчет-

Годовые потери, млн.м^3			Площадь затопления обрабатываемых земель, км^2	Эффективность использования емкости (КИВ)
испарение	фильтрац	сумма		
21	37	59	22,2	0,96
105	90	195	120,0	0,72
6,6	15	21,6	20,0	0,92
12,5	96,8	109,3	0,9	0,97
370,0	80	450	47,0	0,62
13,3	22	35,3	13,12	0,9
36,0	150	188	20,0	0,79
9,2	6,7	15,9		0,96
54,3	52,1	106,4	65,6	0,89
25,6	19,7	45,3	57,37	0,97
37,4	42,0	79,0	51,0	0,90
170,0	89,0	259,0	-	0,92
221,5	62,0	283,5	-	0,97
60,25	23,0	83,25	-	0,96

ный срок при соответствующих ему показателях стоимости природных ресурсов, экономических затрат и цен на продукцию. Эта методика детально отработана нами (16) и приведена на с. 145–179. Сопоставление критериального и фактического уровней систем для каждого ППИК позволяет определить возможность совершенствования водопользования и водопотребления путем модернизации; необходимые объемы материальных затрат, капиталовложений, сроки этих работ, а также их направления. . Тщательного сравнения требует вариантность выбора состава работ по реконструкции с учетом их стоимости, трудоемкости в производстве и эффектов. Поэтому должны быть тщательно отработаны

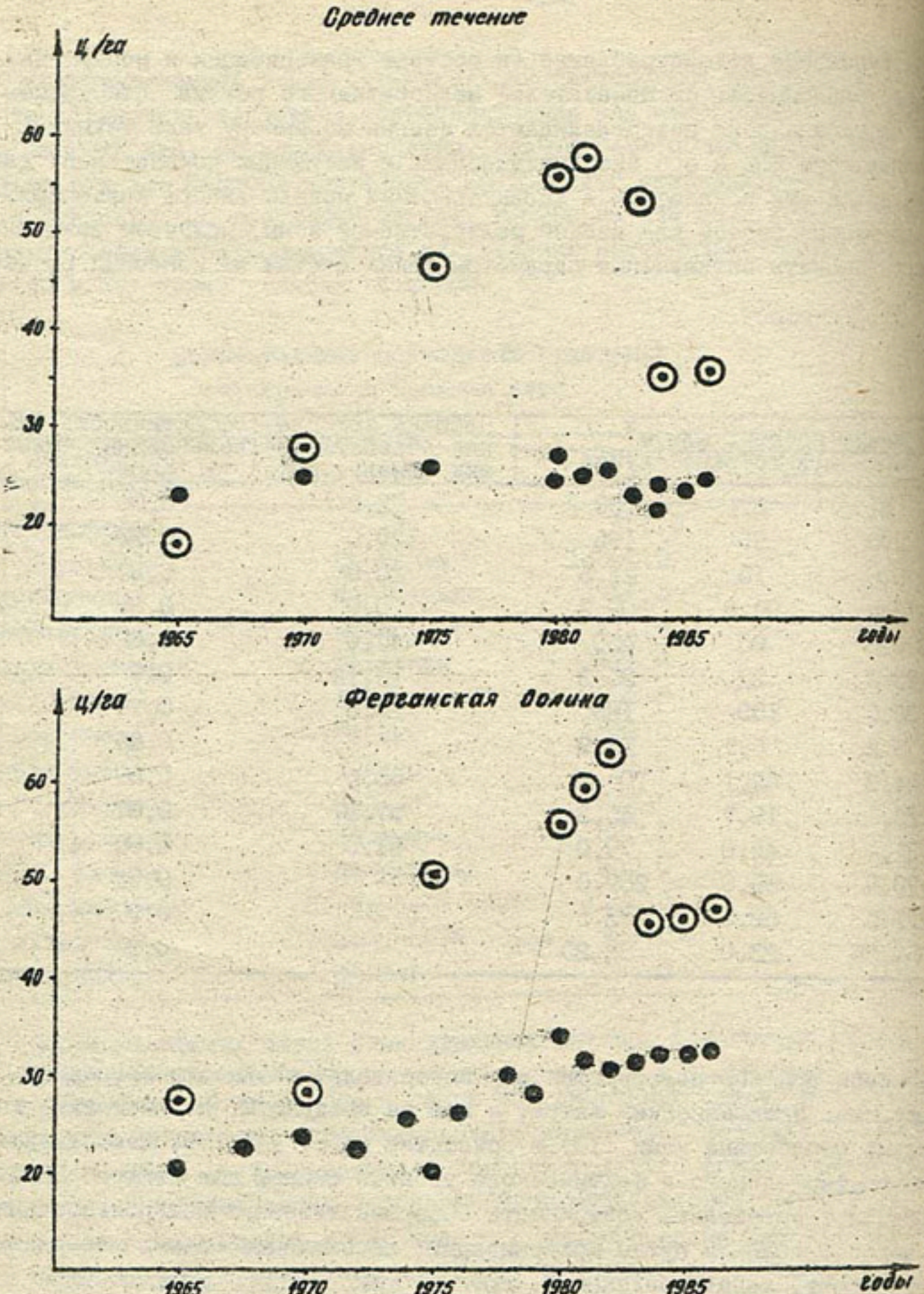


Рис. 32. РОСТ УРОЖАЙНОСТИ ПО ВХР СЫРДАРЬИ

все данные, необходимые для разработки и оценки как критериального уровня работ, так и очередности их проведения (20).

Эффект переустройства подразделяется на внутрихозяйственный и народнохозяйственный. Первый включает повышение КЗИ, снижение эксплуатационных расходов на содержание сети, рост производительности труда и механизмов, а также увеличение урожайности за счет улучшения мелиоративного состояния земель, выровненности рельефа и условий равномерности и обеспеченности увлажнения. Второй проявляется в высвобождении водных ресурсов, в улучшении их качества и в создании возможности для повышения занятости населения путем ввода новых земель за счет высвобождающейся воды.

Состав работ по комплексной реконструкции оросительных систем для каждой зоны дифференцируется в зависимости от критерия, выбранного по выражению, предложенному автором. Исходя из дифференциации составляющих этого переустройства, сопоставления их частных эффектов и капиталовложений с общими, устанавливают необходимость полного или частичного (по очереди) комплексного переустройства.

Аналогично проводится описание объектов нового орошения, которые характеризуют возможные массивы нового орошения в различных зонах бассейна, включая бонитет новых земель, возможные технические решения оросительных систем, ориентировочные стоимости капиталовложений, расходы воды, эксплуатационные затраты.

Используя выведенные нами зависимости временного нарастания продуктивности земель в зависимости от исходного бонитета, комплексности строительства, обеспеченности инфраструктурой (В.А.Духовный, 1983 г.), прогнозируется рост валовой продукции на вновь вводимых орошаемых землях.

Далее, на уровне ППИК производятся выбор оптимального направления развития орошаемого земледелия по составу сельхозкультур и увязка показателей перспективного развития на уровне ВХК и ВХР.

После завершения сводных оптимизационных расчетов по бассейну и проверки соблюдения экологических требований осуществляются обратный ход расчета по распределению агрегированных показателей между ППИК, мелиоративными зонами и оценка динамик этого развития по предложенным нами моделям развития ППИК.

Расчет по схеме будет завершен, если динамические показатели развития и экологии будут удовлетворять заданным требованиям. В противном случае изменяются оптимизируемые показатели и расчет повторяется.

Таблица 32

Набор возможных технологических и технических решений по повышению продуктивности воды в орошаемом земледелии (образец)

Наименование ВХР	№ п/п	Наименование мероприятия	Площадь проводимых работ, тыс.га
ВХР Ш	I	Увеличение продуктивности земель путем повышения ровности орошаемого фона на поливном участке	II6,4
	2	Внедрение новой техники полива по гибким трубопроводам	I26,0
	3	Сокращение засоленных пятен путем улучшения ремонтно-эксплуатационных работ и постоянного поддержания дрен в исправном состоянии	34,2
	4	Снижение потерь овощей и фруктов за счет организации их хранения	I2,5
		и т.д.	

Главное внимание в схемах с привлечением научно-исследовательских организаций должно быть отдано серьезному вмешательству в создание новых экономических, технологических и социальных направлений развития с учетом максимального положительного воздействия на экологию в бассейне. Более того, по многим направлениям на основе оптимизации с привлечением методов экспертных оценок и аналитических расчетов должны намечаться совершенно нетривиальные решения, которые требуют при своем осуществлении именно внедрения как экономического, так и волевого побуждения.

В результате всего этого схема становится вехой, на которую ориентируется динамика прогресса бассейна.

В то же время зарубежный опыт осуществления так называемых " *master plan's of river basin* " и отечественный опыт показывают, что утверждение даже самой лучшей генсхемы не является залогом ее исполнения. Зачастую схема существует сама по себе, а развитие идет само по себе. Примером может быть и осуществление "Плана развития реки Колорадо" в США, которое практически не вписывалось в те контрольные параметры и мероприятия, которые были намечены схемой 1973 г.

Продолжение табл. 32

Удельные руб/га		Абсолютный прирост продуктивности земли, руб/га	Снижение удельных затрат воды, $м^3$/га	Срок окупаемости, лет
капиталовложения	эксплуатационные затраты			
I240	45	5I0	-	2,8
620	-	I50	400	3,6
540	I2	I32	I50	4,8
2200	II5	550	-	5,4

У нас точно так же оказались нереальными контрольные цифры развития, намеченные схемами развития бассейна Сырдарьи и Амударьи (табл.33).

Таблица 33

Сопоставление показателей схемы с натурными показателями

Год	КПД систем	Удельный расход тыс. $м^3$/га	Площадь орошения, тыс.га	Общий водозабор, $км^3$ в год
I976	0,65	I3,5	2660	40,6
	0,60	I5,3	2660	42,I
I980	0,68	I2,78	2950	44,5
	0,63	I5,I	3I70	47,2
I985	0,7I	II,64	3200	4I,6
	0,66	I2,8	3250	46,5

Примечание: Числитель – по схеме, знаменатель – фактически

В результате выявляется четкая потребность в том, чтобы были созданы органы, которые постоянно управляли бы бассейном в его перспективном развитии в соответствии со схемой. На наш взгляд, такой орган должен иметь координационно-представительный характер в виде совета или ассоциации по управлению бассейном, включающего в себя, наряду с представителями упрводхоза, представителей органов управления заинтересованных водопользователей (отраслей, республик в виде представителей правительства или областей в виде представителей облисполкома). Решения этого органа, принимаемые большинством, должны быть нацелены на постоянное соблюдение наметок схем в целях будущих интересов всех бассейновых водопользователей и водопотребителей. Более того, этот орган должен постоянно уточнять схемы с целью более полного учета новых потребностей, изменений текущей обстановки и динамики технических средств и решений. В этом должна помогать служба наблюдения за естественными процессами.

Водно-мелиоративный мониторинг ВХ

Природная обстановка в пределах бассейна, постоянно находясь под влиянием антропогенной деятельности, претерпевает изменения как по времени, так и по площади. При этом, наряду с циклично-происходящими естественными колебаниями, идет и медленная трансформация природных и природноизмененных субъектов, которые в дальнейшем опять-таки влияют на динамику водопользования и водопотребления, а также других факторов и составляющих водохозяйственных балансов.

Учитывая, что успех выполнения задач перспективного управления ВХК во многом зависит от того, насколько удастся стабилизировать изменения водохозяйственно-мелиоративных факторов и их влияние на экономическое, социальное развитие, огромное значение приобретает в составе ВХК постоянное слежение за этими изменяющимися факторами.

Мониторинг должен охватывать основные факторы, которые определяют плодородие орошаемых земель на территориальном уровне и водные ресурсы в гидрологическом цикле. Особое внимание должно быть уделено изменению природной обстановки в низовьях рек и в дельте.

Исходя из этого, наблюдениями в мониторинге следует охватить все виды классифицированных в главе 6 изменений природной обстановки, включая устойчиво направленные и особенно неустойчиво направленные, которые являются наиболее динамичными.

Систему мониторинга представляется целесообразным основывать на взаимосвязанной сети наблюдений, которая включает комплекс периодических дистанционных апробаций и наземных опорных и регистрирующих точек, ведущих постоянные наблюдения за данными, показывающими основные параметры водохозяйственного баланса в связи с плодородием земель.

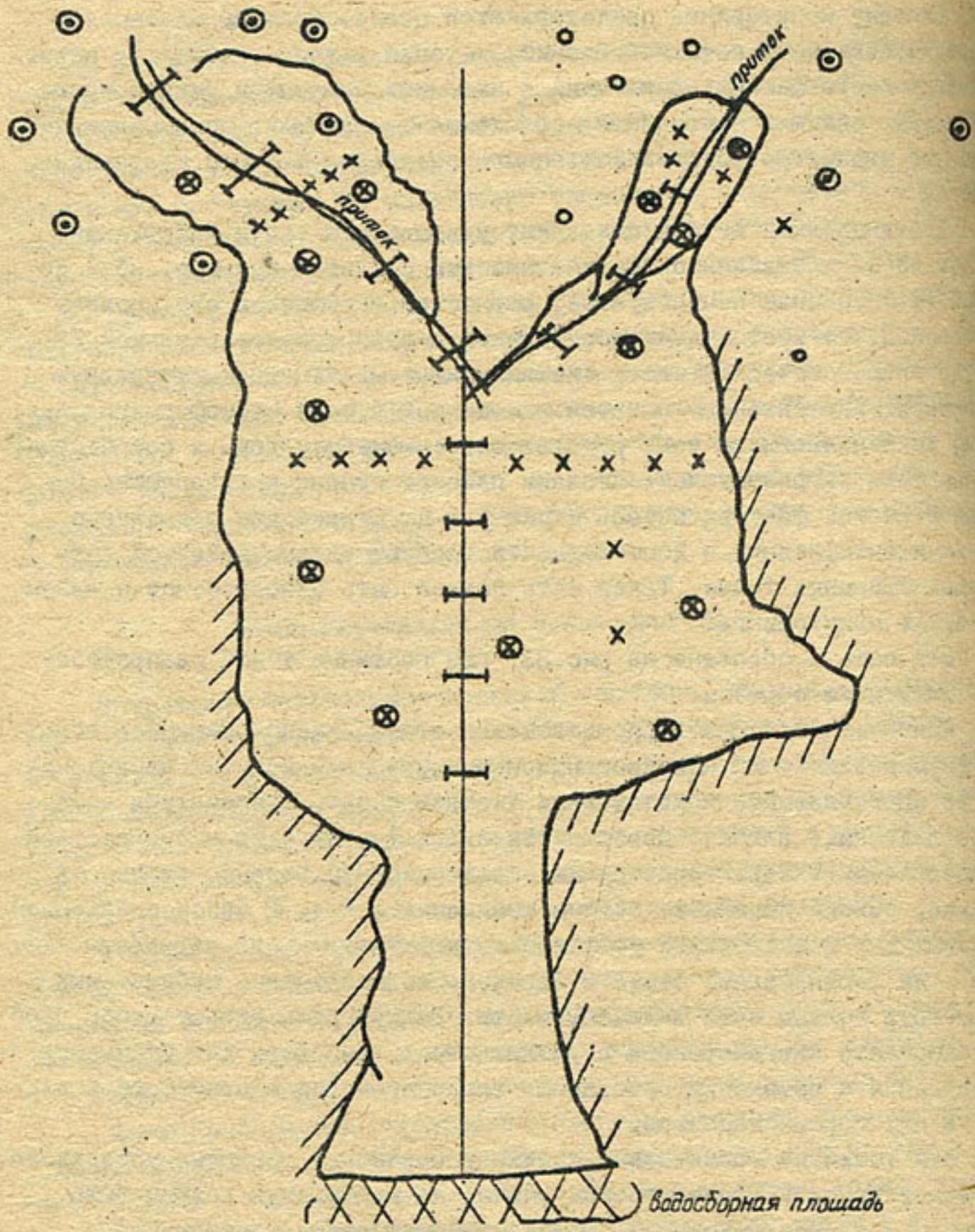
Дистанционные методы позволяют учитывать и вести наблюдения не только за площадями орошения, видовым составом культур, но и за степенью засоления почвогрунтов, ровностью агрофона и его уровнем плодородия, за состоянием оросительной и коллекторно-дренажной сетей. По гидрологической части дистанционные методы дают прекрасную характеристику снежного покрова и ледников в зоне стокоформирования; схему выклинивающихся вод, ручьев, саев; качество воды и сосредоточенные токи загрязнителей; площади плесов, стариц и испаряющих поверхностей как фактора потерь стока и т.д. Однако все эти данные для их идентификации и достоверности требуют сильно развитой сети опорных наземных точек. Такая сеть должна быть одновременно и наземной сетью мониторинга.

Эта сеть изображена на рис.33, где наземные точки распределились следующим образом.

Контрольные точки воспроизводства стока, расположенные в зонах его формирования. На них дистанционными методами ведутся наблюдения как за определяемыми показателями (запасы снега, температура воздуха на ледниках, альбедо поверхности и т.д.), так и за непосредственно наблюдаемыми характеристиками - радиационной баланс, влажность воздуха, объемы ледников, объемы стаивания и т.д. В связи с влиянием озоновых дыр и содержания углекислоты на климатические параметры и особенно, на формирование стока в перечень долговременно наблюдаемых параметров должны быть включены и эти. Важную роль играет отбор проб на содержание влагопереноса в разных слоях атмосферы для уточнения направления и изменения глобальных влагопереносов в атмосфере и влияния на них горных массивов.

Эти точки не обязательно должны управляться органами упрводхоза, они могут входить в сеть госгидромета, но наблюдения должны быть доступны и службе водохозяйственно-мелиоративного мониторинга.

Контрольные пункты охраны водных ресурсов целесообразно разместить, совмещая их со створами систематических наблюдений на реке за расходами, а также ниже точек сброса потенциальных загрязнителей стока и, особо, на всех крупных коллекторах. Наряду со стационарным



⊗ – ВБС;
⊙ – КПВ – контрольные пункты воспроизводства;
I – КПО – контрольные пункты охраны;
× – скважины гидрогеологических створов.

Рис. 33. СЕТЬ ОПОРНЫХ ТОЧЕК МОНИТОРИНГА

набором обычно контролируемых компонентов (соли, фенолы, нитриты и т.д.) очень важен мониторинг за остаточными пестицидами, гербицидами и другими веществами, накопление которых грозит всевозможными омертвлениями воды и приведением ее в состояние канцерогенной и мутагонной среды. Желательно оснащение этих пунктов автоматическими регистраторами наиболее значительных компонентов среды, такими, как английские станции *automatic water quality device*. Наиболее желательно ужесточение контроля в районе дельты, в низовьях, акваториях озер, водохранилищ, где возможно возникновение застойных зон и зон аккумуляции.

Эталонные воднобалансовые станции являются основной опорной сетью мониторинга, которые могут выполнять значительный круг наблюдений, далеко выходящих за рамки прогноза и корректировки водопотребления. В частности, ЭВБС должны вести систематические исследования изменения таких важных показателей орошаемого массива, как бонитет участков-представителей, их динамики под влиянием орошения водой того или иного состава по минерализации или содержанию наносов; минерализации грунтовых вод и почвенного раствора; соотношения компонентов минерализации в диапазоне лет наблюдения; динамики микробиологических показателей и т.д.

Особое внимание на ЭВБС должно быть уделено изучению влияния повышения КПД систем, КПД техники полива на количественные и качественные показатели региональных водных балансов, грунтовых и возвратных вод. В условиях ЭВБС, которые типичны для определенных мелиоративных таксонов, должны также отрабатываться вопросы устойчивости различных агробиоценозов в процессе пониженного увлажнения.

На эти комплексные станции должны быть возложены функции и эталонных площадок дистанционных наблюдений за многими характеристиками орошаемых земель, которые можно мерить с помощью аэрофотосъемки, из космоса и т.д.

ЭВБС в условиях изменяющегося увлажнения могут охватить и неорошаемые участки, а подверженные воздействию орошения и водохозяйственных мероприятий. На таких точках, кроме водных, биохимических и мелиоративных наблюдений, целесообразно организовать и исследования фауны и флоры, включая микрофлору.

Скважины гидрогеологических створов желательно приурочить к створам наблюдений за расходами и уровнями воды в реке с тем, чтобы получить динамику уровня, качества грунтовых и подземных вод и характеристику подземного притока (оттока) под влиянием водохозяйст-

венных мероприятий в пределах бассейна. Это особенно важно для оценки возможности увеличения и уменьшения отбора подземных вод из водосборной территории, учитывая, что все воды в пределах бассейна взаимоувязаны и едины. Эти изменения должны проводиться лишь в таких пределах, чтобы не затрагивать располагаемые запасы вод на нижерасположенных территориях.

Аналогично КПВ гидрогеологические створы должны находиться в ведении геологических служб, но обмен информацией с упрводхозом при этом необходимо осуществлять в режиме, предусмотренном потребностями водно-мелиоративного мониторинга.

Система наблюдений мониторинга требует ее сопровождения существующими методами прогнозов с тем, чтобы по мере работы системы вводить поправки в эти методики или переходить на другие методы прогнозов, более соответствующие взаимодействию различных элементов ВХК.

Водно-мелиоративный мониторинг позволяет, во-первых, предотвратить возможность истощения водных ресурсов, как это, например, имело место в Калифорнии в США, когда уровни подземных вод вследствие орошения снизились на 60 м, но и на этих землях пришлось прекратить орошение вообще. У нас это наблюдалось в Шахрисябзско-Китабской котловине в Кашкадарьинской области и т.д. Во-вторых, в случае ухудшения качества земли и появления возможностей деградации земельных ресурсов, орошаемых или находящихся под их влиянием, можно организовать экстренные меры для недопущения потерь их плодородия и его восстановления. В-третьих, существенные гидрологические и климатические изменения, происходящие в целом в бассейне, могут быть оценены в глобальном масштабе, чтобы соответствующим образом вписаться в них долговременными экономико-экологическими мероприятиями. Наконец, изменение увлажняемости территории, включая приземный слой атмосферы на больших площадях, может привести к снижению (или повышению) требований на воду, что также сможет найти соответствующее отражение в работе ВХК.

Этим далеко не исчерпывается эффективность и целесообразность организации водно-мелиоративного мониторинга в масштабах ВХК. С учетом тонкости и хрупкости складывающихся отношений между природой и человеком, особенно в условиях крупных антропогенно-естественных комплексов (как ВХК), мониторинг будет служить гарантом долговременности, устойчивости и жизнедеятельности их как основы успешного социально-экономического развития аридных территорий.

Оптимизация развития ВХК на перспективу

Путей оптимального развития ВХК огромное множество среди которых:

оптимальные темпы ввода новых земель, в том числе в различных зонах;

определенные темпы и направления совершенствования существующих орошаемых земель также в разрезе различных зон,

использование организационных, технологических и других возможных мероприятий по примеру табл.32;

выбор направления сельхозпроизводства на новых землях или изменение специализации сельхозпроизводства на существующих землях;

выбор альтернативных (безводных) путей развития экономики региона с сохранением, скажем, существующих мощностей водопользования и водопотребления;

дополнительный привод или перераспределение воды между различными бассейнами.

Для решения таких задач нами принят метод остаточных затрат, подразумевающий по сути максимум народнохозяйственного эффекта в бассейне при определенных ограничениях.

Важно при этом установить ограничения в целом по региону. Главным ограничением должны быть водные ресурсы

$$\sum_{i \in N} W_{\delta\delta_i} + \sum_{i \in N} W_{пот_i} \leq [W_p], \qquad (102)$$

где $W_{\delta\delta_i}$ - безвозвратное водопотребление;
W_p - располагаемые водные ресурсы;
$W_{пот}$ - потери стока;
i - ВХР.

Следующим обязательным ограничением должно быть выполнение народнохозяйственных задач по производству важнейших видов продукции: хлопка, риса, фруктов, овощей и так далее как по региону в целом, так и по его отдельным зонам

$$\sum_{i \in N} P_{ij} \geq [P_j]. \qquad (103)$$

Ресурсы используемых капиталовложений не должны превышать определенного уровня (на первом этапе расчета это ограничение может не вводится)

$$\sum_{i \in N} K_i \leq [K]. \qquad (104)$$

Первоначально необходимо определить общие тенденции в бассейне с целью установления осредненных показателей эффективности использования воды в перспективе. Для этого на основе общих характеристик всего бассейна должна быть выявлена динамика изменения эффективности народного хозяйства в зависимости от времени и уровня водообеспеченности. Если на уровне исчерпания установлена эффективность единицы воды Пв, определенная по разнице суммы остаточных затрат без переустройства и переустройства по различным вариантам, где ΔK дает стоимость высвобождающегося кубического метра воды по капиталовложениям, то продуктивность воды будет определена из выражения

$$П_в = \frac{\sum_{i \in N} \sum_{t \in T} [B_{it} - B_{io}]}{\sum_{t \in T} \Delta W_t}. \qquad (105)$$

Сложность решения указанной проблемы состоит в необходимости увязки динамически связанных водных ресурсов в различных зонах и возможности многочисленной инвариатности не только техническими решениями, но и переборами в этих зонах и подзонах (районах, массивах) орошаемого земледелия.

Для каждого ВХР и ППИК должны быть выделены площади потенциальных к орошению земель $\langle F_o \rangle$ со средними показателями характерного бонитета Кб. За счет реконструкции площадей существующего орошения $F_p \leq F_o$ может быть получено количество воды ΔW, которое может быть использовано на орошение новых земель здесь же в зоне или передано в другую зону (район).

Оптимальный для каждого таксона мелиоративный режим в сочетании с КПД системы и техники полива определяется на конечный срок с учетом всех затрат, включая изменения затрат воды, продукции и урожайности для реконструируемых и новых земель.

После этого можно переходить к субоптимизации всей зоны.

По результатам оптимизации района староорошаемых земель устанавливают требуемые капиталовложения (рис.34). Далее оценивают осредненные показатели переустройства по ППИК η_{cz}, η_{mn_z} и т.д., например

$$\eta_{cz_o} = \frac{\sum \eta_c \cdot f_i}{F_{op_z}},$$

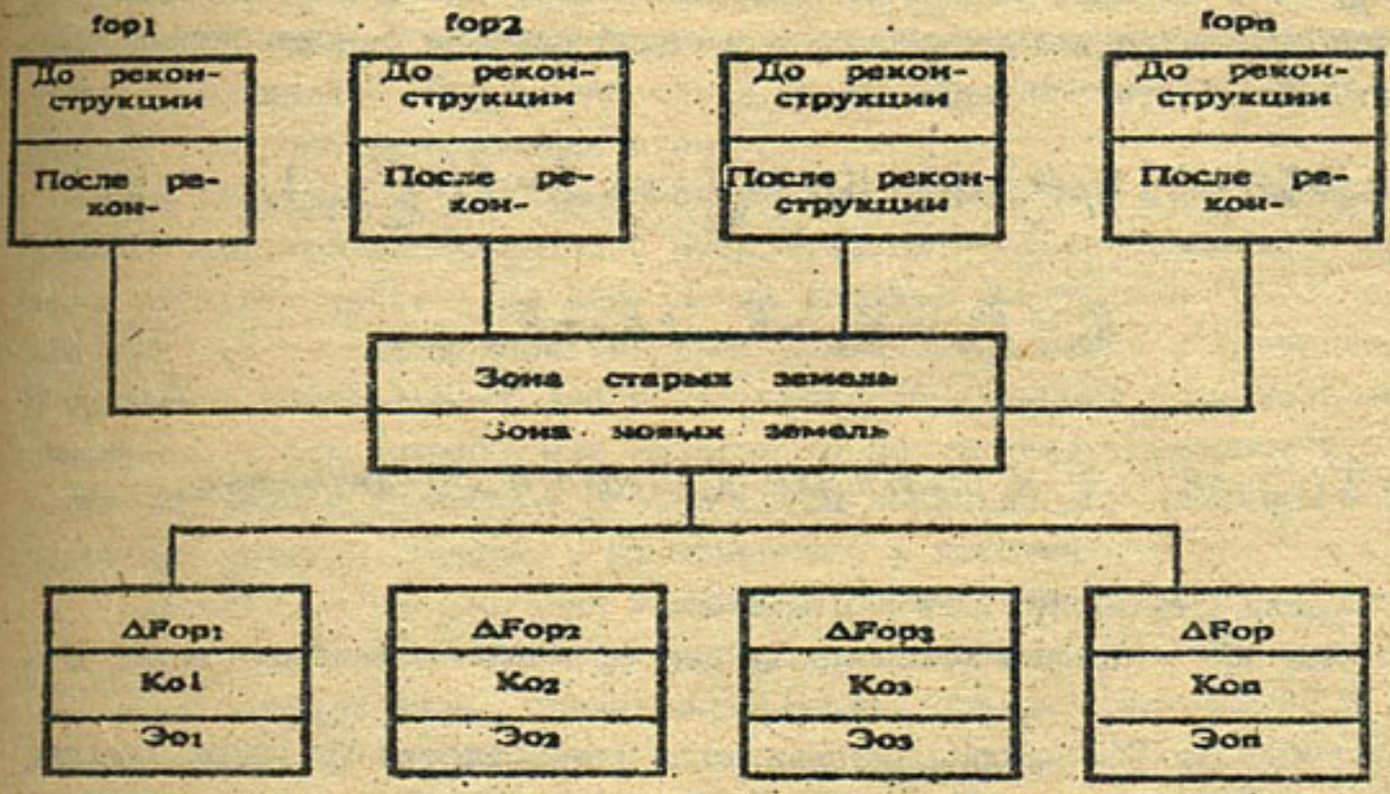


Рис. 34. СХЕМА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ПЕРЕУСТРОЙСТВА И ВВОДА НОВЫХ ЗЕМЕЛЬ ПО ЗОНЕ ВХК

капиталовложения – суммарные и средние (ΣK_n ; $\bar{K}_n$).

На основании данных по потенциалу орошаемых новых земель ($< F_{op} >$) и их характеристики выбирают возможность использования высвобождающихся водных ресурсов в самой зоне на основе оптимизации остаточных затрат по ней

$$V_t = (\Delta F_{op} + \Delta F_n)\, V_{if}(K_\delta ; Ц_i) + V_{0if}\left(\frac{W_t}{W_n} ; t\right); \quad \bar{Э}_1 = f\left(\frac{V_t}{F_{op}(t)}\right), \qquad (106)$$

$$\bar{K}_o = \bar{K}_{др} + \bar{K}_{op} + \bar{K}_{mn} + \bar{K}_\delta + \bar{K}_{пр} , \qquad (107)$$

$$B = \bar{Э}_1'(F_{op}' + \Delta F_{op}) + Э_c - K_o(n + a + n_э)\Delta F - \bar{K}_n(n + a + n_э)F_n(t) + \Delta W Ц_в - \Delta W_в \bar{Ц}_{в_э} \qquad (108)$$

(если $\Delta W_в$ возвращается в ствол),

где V_t – производство продукции орошаемого земледелия в год t ;

V_{if} (K_δ ; $Ц_i$) – увеличение валового производства на новых землях, ΔF_{op} и переустройства ΔF_n;

$V_{0if}\left(\frac{W_t}{W_n'} t\right)$ – изменение продуктивности орошаемых земель под влиянием водообеспеченности и естественного тренда времени t ;

$\bar{Э}_1'$ – удельная эффективность I га земель;

$\bar{K}_o$ – удельные капиталовложения в орошение новых земель;

$\bar{K}_n$ – капиталовложения в переустройства;

F_n – площадь переустройства;

n – коэффициент нормативной эффективности;

a – амортизационные отчисления;

$n_э$ – доля текущих затрат.

Перебор по вариантам орошения начинается с $\Delta F_{op} = 0$. Если при этом такой вариант оказывается наивыгоднейшим, значит, высвобожденную воду использовать здесь экономически нецелесообразно, и она передается в другую зону. Если же этот вариант максимальный (показатели эффективности использования воды в блоке выгоднее, чем средние бассейновые, при $\Delta W \longrightarrow 0$, то воду желательно целиком использовать на месте.

Большое значение в обеспечении эффективного развития экономики имеет выбор наиболее целесообразного набора сельскохозяйственных культур с целью получения максимального прироста национального дохо-

да на единицу воды и капиталовложений. Известно, что различные ведущие культуры определяют различную степень удельной эффективности производства, нагрузку трудоспособного населения, наконец, удельные затраты воды. Кроме того, увеличение производства тех или иных культур определяет направленность и объем перерабатывающих производств и занятость населения в них.

При этом для установления оптимального варианта развития направлений сельскохозяйственного производства на базе орошаемого земледелия следует исходить из выполнения заданий республики (региона или зоны) по отношению обязательных поставок на вывоз и внутреннее потребление определенных видов сельскохозяйственного производства; ожидаемого роста (тренда или возможного повышения) урожайности сельскохозяйственной культуры; особенностей социально-экономических и природных условий региона и их изменений в перспективе.

Для каждого направления хозяйства по ведущей культуре на основе обработки данных статистической отчетности могут быть получены основные показатели, позволяющие решить оптимизационную функцию. Величина $(m_j + \bar{m}_j)$ приводит к зависимости от удельной урожайности и средней цены сельскохозяйственной культуры, т.е. валовой стоимости объема производства данной продукции

$$\frac{V_i}{F_j} = \bar{U}_j \, y_{jt} \,, \qquad (109)$$

$$m_j + \bar{m}_j = f(U_j ; y_{jt}), \qquad (110)$$

$$m + \bar{m}_j = f(V_j / F_j), \qquad (111)$$

которая выражается криволинейной зависимостью для разных культур. Учитывая же определенную долю заработной платы на производство единицы продукции $K_з$ можно определить

$$V_j = K_з \, V_j$$

Для установления прироста суммарного эффекта следует иметь в виду, что без развития дополнительного орошения суммарная чистая продукция за расчетный промежуток изменилась бы благодаря естественному росту урожайности, которую можно определить, используя анализ тренда по методу среднего или огибающих кривых.

С учетом указанных вариаций показателей культур направление сельхозпроизводства в каждом ППИК может быть определено по выражению в виде

$$\frac{\sum_{i\in K}\left\{f\left(\frac{V_i}{F_j}\right)(F_j+\Delta F_j)+K_3\,\frac{V_t-V_u}{2}\left(1-\frac{L_o}{L_t}\right)\right\}}{\sum_{j\in K} K_j\,\Delta F_j+\bar{K}_p\cdot F_p}\longrightarrow max, \qquad (II2)$$

где $V_t=\sum_{j\in K}\bar{V}_j(F_j+\Delta F_j)$ – при развитии орошения;

$V_u=\sum_{j\in K}\bar{V}_j F_j$ – без него.

Указанный метод может использоваться и для изменения структуры сельхозпроизводства, но тогда необходимо учесть ущерб от снижения затрат и фондов, непригодных для нового направления хозяйствования ($У_{щ_j}$) в числителе и добавить в знаменатель капиталовложения на перевод хозяйства на новую структуру посевов.

Выбор оптимального развития ВХК производится методом последовательных итераций с учетом субоптимизации предшествующих блоков по рис.30. В качестве основных исковых переменных выступают площади ввода новых земель по зонам $\Delta F_{op i_t}$ и переустройства ΔF_{ni_t} в течение ряда лет "t" – ($0\le t\le T$). Для каждого элемента этих площадей установлены по зависимостям поиска критериального уровня систем ППИК и показателей продуктивности поля конечные продуктивности величины земель или урожайности

$(n_l^{(r)};\ y_i^{(r)};\ \eta_{ci}^{(r)};\ \eta_{mn_i}^{(r)};\ Op_{i_n}^{(r)})$ и т.д.

Устанавливаются также потребные для перевода в это состояние всех земель удельные капвложения соответственно на комплексный ввод, на переустройство, базу и т.д. как $\bar{K}_{oi}$; $\bar{K}_{ni}$; $\bar{K}_{\delta i}$. Соответственно при переменных объемах $\Delta F_{op i_t}$ и ΔF_{ni_t} капвложения на каждый год будут составлять

$$K_t=\sum_{i\in N}\left(K_{oi}\cdot\Delta F_{op i_t}+\bar{K}_{ni}\cdot\Delta F_{ni_t}+\bar{K}_{\delta i_t}\right. \qquad (II3)$$

По зависимостям, приведенным в главах 2 и 3, получаем соответствующую каждому объему капвложений продукцию с новых и улучшаемых земель. Далее по выражению для каждого года определяются суммарный эффект в виде суммы народнохозяйственного и социального дохода ($\Delta Э_{SN}$) и соответственно срок окупаемости

$$T=\frac{\sum_{t\in T}\frac{K_t}{(1+n)^{t-1}}}{\sum_{t\in T}\frac{\Delta Э_{SN}}{(1+n)^{t-1}}}\longrightarrow min. \qquad (II4)$$

Здесь показатели удельного водопотребления, КПД систем, роста продуктивности земель зависимы от темпов переустройства и технического совершенствования как

$$\eta_{ci}^{(t)} = \eta_{ci}^{(o)} + (\eta_{ci}^{(r)} - \eta_{ci}^{(o)}) \frac{\sum_{o}^{t} \Delta F_{ni}(t)}{F_{ni}}$$ или

$$Op_{ni}^{(t)} = Op_{ni}^{(o)} - (Op_i^{(r)} - Op_i^{(o)}) \cdot \frac{\sum_{o}^{t} \Delta F_{ni}(t)}{F_{ni}} \quad . \qquad (115)$$

Нами указанные расчеты произведены для бассейна Сырдарьи по специально разработанной оптимизационной модели, решаемой методом спуска на машине ЕС 1035.

Результаты расчета показывают, что при этом, исходя из максимума народнохозяйственного дохода в целом по бассейну, предпочтение отдается зонам наибольшей удельной эффективности (Ферганская долина, Голодная степь и др.). Естественно, что такое решение не соответствует повышению благосостояния трудящихся. Поэтому приходится вводить дополнительные ограничения - по равенству социально-экономических эффектов.

Показателем равенства условий социально-экономического развития будем считать одинаковый уровень роста национального дохода на одного человека.

По рекомендациям Т.С.Хачатурова (57), Р.И.Шнипера (60), характеристикой региональной эффективности может быть национальный доход на душу населения или его эквивалент - чистый доход, сумма заработной платы, прибыли и доли налога с оборота на одного человека.

Пусть исходный уровень чистой продукции на одного человека в ряде районов i на период t_1 составляет

$$\frac{m_{it} + \bar{m}_{it_1} + V_{it_1}}{L_{o_t}} = \overline{НД}_{t_1}.$$

В результате развития ВХК водные ресурсы должны быть разделены так, чтобы при росте населения до L_{t_2} темпы подъема национального дохода в каждой зоне были идентичны, т.е.

$$\frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} \frac{L_{t_1}}{L_{t_2}} = idem \frac{\overline{НД}_{t_2}}{НД_{t_1}} . \qquad (116)$$

Отсюда

$$V_{t_2} = A_1 V_{t_1} \frac{L_{t_2}}{L_{t_1}}, \qquad (117)$$

где A= *idem* - коэффициент роста национального дохода по республикам.

Выразим V_i через продуктивность земель $П_i$

$$V_{t_1} = П_{it_1} F_{it_1}; \quad V_{t_2} = П_i F_{it_1}(1+\beta) + П_{i_0}(1+\alpha Ln\, t)\Delta F_i. \qquad (II6)$$

где β - коэффициент тренда продуктивности земель

Из (II7) и (II8) получаем

$$П_{it_1} F_{it_1}\left[\frac{L_{t_2}}{L_{t_1}} A - (1+\beta)\right] = П_{i_0}(1+\alpha Ln_t)\Delta F_i$$

$$\Delta F = \frac{П_{it_1} F_{it_1}\left[\Delta \frac{L_{t_2}}{L_{t_1}} - (1+\beta)\right]}{П_{it_1}(1+\alpha Ln_t)},$$

где t - период мелиоративных работ;

A - коэффициент по формуле (II7).

При i участках ВХК имеем i уравнений, i +I неизвестных.

Еще одно уравнение можно получить из увязки подлежащего к распределению объема располагаемых дополнительных водных ресурсов ΔW_p с приростом площадей орошения

$$\Delta W_p = \sum_{i \in N} \Delta F_i \frac{Opt_2 \; K_{6i}}{\eta cit_2},$$

где K_{6_i} - коэффициент водопотребления новых земель.

Отсюда можно найти необходимые направления развития ВХК в различных ВХР, исходя из равенства прироста национального дохода.

Указанный прием можно использовать лишь при сохранении структуры посевов и удельных показателей динамики продуктивности земель стабильными для каждой республики. Если решение по (I09-II2) более выгодно по набору культур, то оптимизация выполняется снова с учетом этих субоптимумов и поиском наилучшего решения при соблюдении условия (I03).

Результат оптимизации по бассейну реки Сырдарьи дал следующие показатели до 2000 г. (табл.34).

Таблица 34

Показатели развития ВХК бассейна Сырдарьи по оптимальному варианту до 2000 г.*

Показатель и год	Номер водохозяйственного района						
	I	2	3	4	5	6	всего
I	2	3	4	5	6	7	8
Орошаемые площади, тыс.га I985	I22,06	I3I8,63	795,0	42I,8I	290,0	293,32	3248,83
I990	I24,I3	I377,27	795,0	443,62	290,0	296,64	3326,6
I995	I26,I9	I435,90	795,0	465,43	290,0	299,96	34I2,5
2000	I28,26	I494,54	795,0	487,24	290,0	303,28	3498,3
Площади комплексного переустройства, тыс.га I985	2,25	50,50	4,25	62,37	0,85	38,76	I58,99
I990	4,5I	I0I,00	8,50	I24,74	I,70	77,53	3I7,98
I995	6,76	I5I,50	I2,75	I87,II	2,55	II6,29	476,97
2000	9,02	202,00	I7,00	249,48	3,40	I55,06	635,96
Потребные капвложения с начала работ, млн.руб. I985	5,05	I75,2	53,7	I04,9	II,I6	45,6	395,6
I990	34,92	II20,2	337,5	540,4	6,94	293,4	2333,4
I995	6I,8	2I06,5	62I,24	I263,7	I3,27	556,5	4623,0I
2000	93,I2	3I59,8	894,7	I902,2	20,I	838,9	6908,8
Водозабор на орошение, км^3 в год I985	0,87	20,I4	8,9I	5,85	3,I0	7,26	46,I5
I990	0,88	20,54	8,9I	5,59	3,I0	6,8I	45,84
I995	0,89	20,9I	8,9I	5,I6	3,I0	6,49	45,47
2000	0,90	2I,26	8,9I	4,7I	3,I0	6,24	45,I2
в т.ч. из коллекторно-дренажных вод I985							I0,II
I990							9,76
I995							9,3I
2000							8,8

Окончание табл.34

I	2	3	4	5	6	7	8
КПД систем							
I985	0,64	0,65	0,70	0,65	0,63	0,59	
I990	0,65	0,66	0,70	0,68	0,63	0,6I	
I995	0,65	0,67	0,70	0,73	0,63	0,64	
2000	0,66	0,68	0,70	0,78	0,63	0,67	
Оросительная норма нетто, тыс.м³/га							
I985	4,60	7,I0	7,50	6,40	4,42	I3,44	
I990	4,60	7,I0	7,50	6,40	4,42	I2,85	
I995	4,60	7,I0	7,50	6,40	4,43	I2,65	
2000	4,60	7,I0	7,50	6,40	4,43	I2,72	
Прирост продуктивности земель в ценах I983 г. руб./га							
I985	277,5	I69I,9	I449,8	I685,4	II90,5	II3I,3	
I990	283,7	I9I4,8	I470,3	I695,3	I2I5,9	II26,04	
I995	288,8	I94I,I	I486,5	I705,6	I236,4	II35,8	
2000	293,0	I968,5	I499,9	I7I5,7	I256,2	II57,3	
Суммарный эффект, млн.руб. в ценах I983 г.							
I985	76,8	4I00,9	I465,4	I080,3	277,02	II8,4	7II8,8
I990	78,6	4275,6	I48I,6	II28,5	28I,7	II9,2	7365,2
I995	8I,2	450I,8	I497,8	II89,5	286,8	I2I,6	7678,7
2000	83,8	4733,5	I507,3	I263,2	29I,3	I25,5	8004.6

Совершенствование хозяйственного механизма и введение хозрасчетных взаимоотношений в отрасли со смежными потребителями

Самые прекрасные принципы управления и модели могут остаться на бумаге из-за многочисленности и разносторонности интересов участников ВХК, если не будет приведен в действие единый механизм взаимодействия между ними на основе хозрасчетных взаимсотношений.

Цель ВХК в аридной зоне определяет и подходы к оценке конечных результатов, к определению эталонов в расчетах между участниками ВХК.

Хотя в международной практике нет единства в этих подходах, но

только в нашей стране и некоторых примыкающих к нам странах нет оценок земли и воды. Все страны мира, развитые и развивающиеся, используют цену воды, цену земли или комбинированные оценки земли и воды, установленные из полного или частичного покрытия затрат на формирование природных ресурсов как средства экономного их расходования. Бюджетное финансирование мелиоративных затрат, водопользования создало и породило те многочисленные пороки и недостатки, которыми изобилует сфера природопользования нашей страны.

Стремление уйти от полного включения затрат на использование природных ресурсов в цену производимой продукции продолжает иметь место.

Считаем, что эти препятствия происходят из-за недопонимания механизма, который должен включаться в работу и поднять эффективность орошения и водного хозяйства страны.

Три основных уровня иерархии отрасли производят основные виды ее продукции. Бассейновые органы формируют водные ресурсы в бассейне и распределяют их между потребителями и пользователями в агрегированном виде, имея дело с республиканскими или областными органами водного хозяйства, промышленности и т.д. Поэтому на этом уровне продукцией отрасли является вода франко-водозабор агрегированных потребителей. Расчетная цена устанавливается (рис.35) по зависимости (41) на подаваемую воду и (43) - на сбрасываемую.

Уже на этом уровне потребитель становится крайне заинтересованным в том, чтобы максимально снизить удельный водозабор и увеличить сброс воды с показателями качества лучше, чем ПДК. При этом, если сброс по качеству хуже чем ПДК, возникают штрафные санкции тем большие, чем выше превышение над ПДК и чем больше объем сбросов. Упрводхоз же стремится к тому, чтобы, во-первых, снизить эксплуатационные расходы (вторая часть формулы (41) и максимально увеличить количество подаваемой воды ($W_п$ в знаменателе). Это можно сделать путем сокращения организационных и гидрологических потерь стока и более четкого управления бассейном. Одновременно упрводхоз становится заинтересованным в ужесточении контроля за качеством воды. Водопользователи и потребители при таких оценках будут стремиться к увеличению использования местных, возвратных и других неучитываемых вод, к оборотному водоснабжению и к переходу на безводные или маловодные технологии. Разница между $Ц'_б$ и ее себестоимостью в бассейне создает прибыль упрводхоза. Следует отметить, что так как здесь включены рентные оценки воды, то часть дифференциальной ренты в пределах I

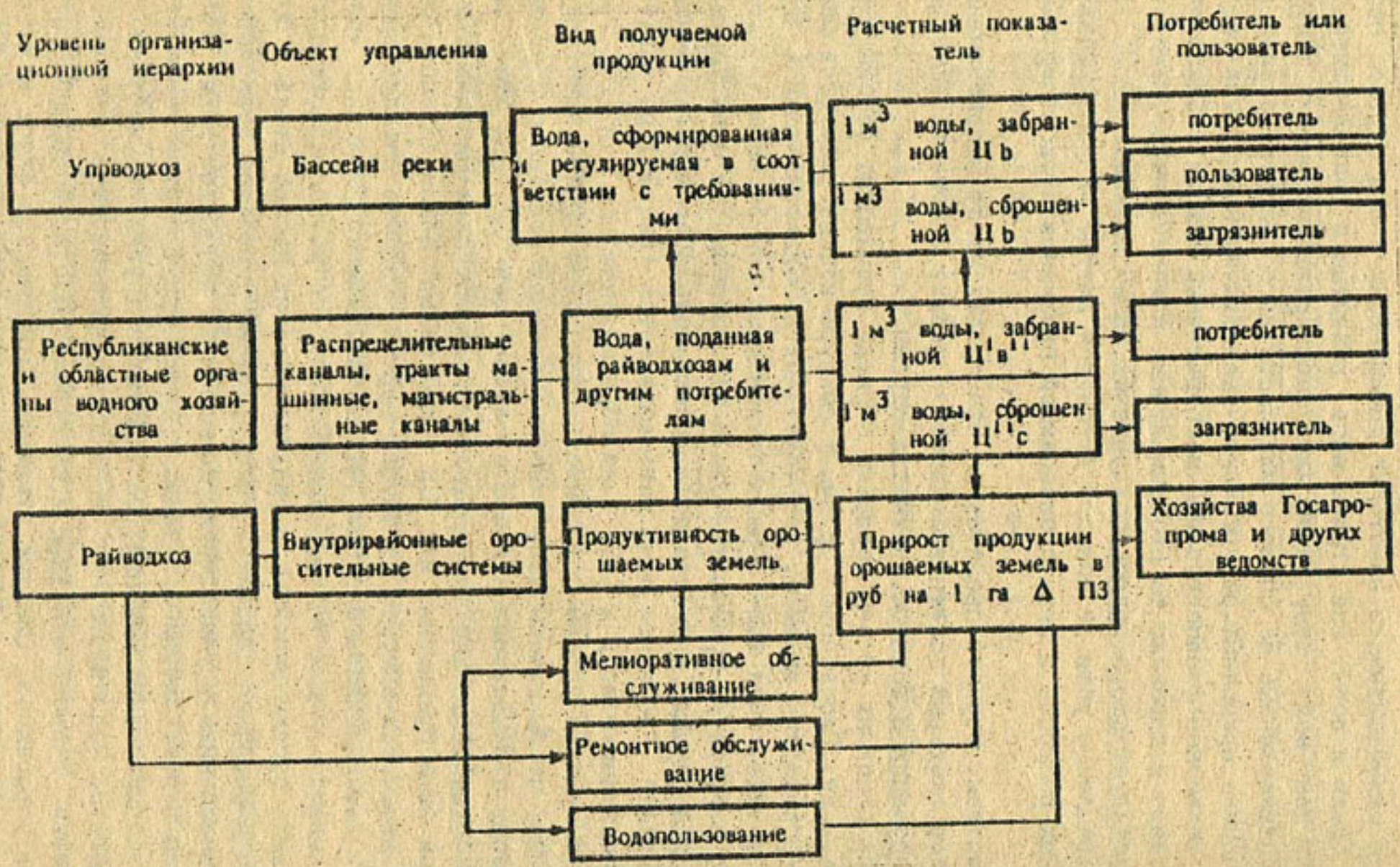


Рис. 35. СХЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ХОЗРАСЧЕТНОГО МЕХАНИЗМА В ОТРАСЛИ

ренты должна поступить в платежи государству, а в пределах П дифференциальной ренты - в отчисления органам водного хозяйства на создание фондов развития отрасли.

На второй ступени иерархии, которая распределяет воду между районными органами водного хозяйства и более мелкими водопотребителями, а также занимается привлечением местных водных источников (выклинивающиеся, подземные и возвратные воды), продукцией также является вода, но уже в ее стоимость дополнительно включаются затраты эксплуатационных органов этой ступени

$$Ц_{в'} = \frac{К_Ф}{\Delta W_0}\left(П_{ам} + П_э + П\right) + \frac{П_{ам}\Phi' + [E']}{W_п}, \qquad (119)$$

$$Ц_с = Ц_в \frac{C_{воз} - C_{пдк}}{C_{пдк} - \langle C \rangle}, \qquad (120)$$

$$Ц_в = \frac{Ц_{в1} \cdot W_{в1} + п\Phi'' + [E'']}{W_в''} = \frac{Ц_{в'} \cdot W_{в'} + п\Phi'' + [E]''}{W_{в'} \cdot \eta_с''}, \qquad (121)$$

$$Ц_з = \frac{Ц_{в''} \cdot [Ор_п]}{[\eta_с'']} + [N_р] + п\Phi''' + [E]''' \pm Ор_з, \qquad (122)$$

$$\bar{Ц}_з = \frac{Ц_з}{\Delta П_з} \approx 0{,}07, \qquad (123)$$

$$T_з = Ц_з \cdot F_{ор}, \qquad T_з = \bar{Ц}_з \Delta П_з \cdot F_{ор},$$

$$P_з = \bar{Ц}_з \cdot \Delta П_з \cdot F_{ор} \pm \frac{\Delta\{Ор_н - [Ор_н]\}}{\eta_с} \cdot К_ш \cdot Ц_в'' + Ор_з, \qquad (124)$$

где Φ - основные фонды;

$\mathcal{E}$ - эксплуатационные затраты;

$W_в$ - водозабор; $\eta_с$ - КПД системы;

соответственно со штрихом - в упрводхозе; с двумя штрихами - на уровне облПРУВХ; с тремя на уровне райводхоза;

$Ц_з$ - цена земли на I га;

$Ор_з$ - оценка рентная земли по бонитету (дифференциальная рента I);

$\bar{Ц}_з$ - относительная плата за прирост продуктивности земель;

$N_р$ - стоимость регионального нормативного обслуживания на I га;

$T_з$ - тарифная плата за прирост продуктивности земель;

$P_з$ - расчетная плата за мелиорацию земель;

$К_ш$ - коэффициент штрафов; (все показатели в скобках нормативные).

Здесь сохраняется заинтересованность водопользователей, в качестве которых выступают райводхозы и аналогичные крупные водопотребители и водопользователи, в экономии затрат воды, в качестве и количестве сбрасываемых вод, но одновременно в минимальном уменьшении

потерь у себя при транспортировке и распределении воды, в экономии эксплуатационных затрат. Кроме того, добавляется крайняя заинтересованность в использовании более дешевых местных вод, в увеличенном водозаборе из самотечных каналов и уменьшении из машинных, особо перераспределяющих водные ресурсы между частями бассейнов или между бассейном.

Наконец, третья ступень иерархии соответствует основному назначению территориальной части ВХК. Здесь существует мнение о том, что необходимо установить и здесь плату лишь за воду. Такой подход не отвечает структуре затрат общества на создание новой продуктивности мелиорируемых земель. Она формируется за счет оптимального количества необходимой оросительной воды, мелиоративного и ремонтного обслуживания и определенной системы водопользования. Поэтому совершенно необходимо вводить плату за комплексную мелиоративную обеспеченность гектара, включающую (I22) стоимость в расчетном размере водоподачи, исходя из нормативной оросительной нормы, нормативного КПД системы – первый член выражения; нормативные затраты на ремонтное обслуживание – второй член; приведенные фонды и эксплуатационные затраты на мелиоративное поддержание и водопользование; а также рентная оценка земли по дифференциальной ренте I. Здесь создается заинтересованность в экономии всех видов мелиоративных затрат, включая затраты воды у мелиоративных и водохозяйственных организаций, а также в максимальном использовании земель у самого потребителя. Но, кроме того, в продуктивности земель, ее максимальном повышении заинтересованными становятся и мелиоративные организации, основная плата которым за счет именно того фактического роста продуктивности земель, который достигается против расчетных показателей. Если рассмотреть определение расчетной платы, то кроме платы за продуктивность земель, здесь фигурирует и перерасход (или экономия) воды против нормативных затрат. Поэтому при перерасходе удерживается дополнительная стоимость воды со штрафными санкциями (до 5-I0-кратного размера), что заставит землепользователей строго следить за мерами по экономии воды.

Данное предложение в отличие от твердых ставок за используемый гектар земли в США, Мексике и др. или двухставочных тарифов в Индии, Китае и многих других странах сводится к созданию единой заинтересованности и мелиоративной службы и сельскохозяйственных органов в использовании мелиоративных земель, в получении максимального прироста продукции на этих землях.

Одновременно следует обратить внимание на дополнительный учет в расчетной плате еще и рентной оценки земли (платы за повышенный естественный бонитет их). Этот фактор нами введен для того, чтобы в какой-то степени выровнять при затратном методе цену земли между отдельными мелиоративными разностями. Эта необходимость особо остро проявилась в опытном внедрении хозрасчетного механизма в Сурхандарьинской области, где наряду с очень плодородными естественно дренированными землями отдельных районов (Сарыассийский, например) имеются очень трудные в мелиоративном отношении земли Шерабадского массива, где требуются огромные мелиоративные затраты в виде дренажа, промывок и т.д.

Покажем различные варианты внедрения хозрасчета на примере Сурхандарьинской области (табл.35).

Применение предложенного хозрасчетного механизма создает возможность самосовершенствования всей отрасли за счет слияния воедино цели, критериев и материальной заинтересованности всех участников ВХК, водопользователей, водопотребителей и землепользователей. Самосовершенствование будет заключаться в следующем:

во всесторонней экономии водных ресурсов на всех ступенях иерархии ВХК;

заинтересованности в повышении качества воды и в уменьшении отрицательных воздействий на экологию и качество воды;

Таблица 35

Ориентировочный расчет платы за водные ресурсы и тарифов на воду, подаваемую сельхозпредприятиям при переводе Сурхандарьинского ОПУВХ на хозяйственный расчет и самофинансирование* (выполнен Г.А.Рейциным)

Показатель	Единица измерения	Вариант расчета тарифа на воду: Ожидаемый на расчетный год без хозрасчета	При условии хозяйственного расчета и самофинансирования	При условии хозяйственного расчета и комплексного обслуживания	То же, без платы за плодородие земель
I	2	3	4	5	6
Исходные					
Орошаемая площадь	тыс.га	296,0	296,0	296,0	296,0

Продолжение табл. 35

I	2	3	4	5	6
Водозабор из источников	млрд.м³	4,4	4,4	4,4	4,4
Водоподача в хозяйства		3,5	3,5	3,4	3,6
Стоимость основных фондов	млн.руб	565	565	565	565
Стоимость валовой продукции в ценах 1983 г.	-"-	1280	1280	1280	1280
Составляющие тарифа					
Содержание и текущий ремонт межхозяйственной сети	-"-	20,1	17,1	17,1	17,1
Воспроизводство всего	-"-	33,3	20,4	20,4	20,4
в том числе					
Капремонт	-"-	6,3	6,3	6,3	6,3
реновация	-"-	27,0[2]	14,1	14,1	14,1
Плата за забор воды из источников	-"-	1,8	1,8	1,8	1,8
Плата за отвод (сброс) воды	-"-	11,7	11,7	11,7	11,7
Итого	-"-	56,9	41,0	41,0	41,0
Прибыль, обеспечивающая работу хозрасчетного ОПУВХ	-"-	-	32,8	32,8	32,8
Всего	-"-	56,9	73,8	73,8	73,8
Тариф за 1 м³ из расчета на 1 га	коп./м³	1,6	2,1	2,1	2,1
	руб./га	192,0	247,0	247,0	247,0
Затраты на техническое обслуживание и ремонт внутрихозяйственной сети	млн. руб.	16,0	16,0	22,9	22,9
Плата за естественное плодородие орошаемых земель (60 руб./га)	-"-	-	-	20,8	-
Всего затрат	-"-	72,0	89,8	117,5	96,7
Расчетный тариф за 1 м³	коп/м³	1,7	2,2	3,4	2,8
Расчетный тариф за 1 га	руб/га	205,0	262,0	397,0	326,0
Удельный вес затрат ОПУВХ в валовой продукции сельхозпроизводства	%	4,7	6,0	9,2	7,6
Прибыль ОПУВХ направляется на: расчеты с госбюджетом (плата за фонды, ресурсы, кредиты)			11,0	11,0	11,0

Окончание табл. 35

I	2	3	4	5	6
Формирование фондов предприятия (развитие соц. культ.быта, материального поощрения)			I4,6	I4,4	I4,4
отчисления прибыли в госбюджет				3,I	3,I
Министерству				2,0	2,0

I Расчет проведен в I987 г. на уровень I988 г. как расчетного

2 Среднегодовая величина с учетом расширенного воспроизводства (за I98I-I985 гг.).

заинтересованности всех участников в повышении продуктивности воды и земли во всех отраслях народного хозяйства;

в достижении самоокупаемости и самофинансирования отрасли.

В части водного хозяйства, так же как и мелиорации, создаются условия для жесткого использования механизма в эффективном использовании капитальных вложений, дающих либо экономию воды, либо повышение продуктивности земли более дешевыми, чем нормативные затраты. Более того, отрасль становится заинтересованной поднять продуктивность там, где удельные затраты на нее будут не любые (как ранее), а именно минимальные.

Одновременно и эксплуатационные органы не дадут возможность отягощать свою деятельность дорогими основными фондами, трудными и малоэффективными землями или источниками воды. Более того, они будут стремиться направлять капвложения труда, где будет получен максимальный прирост продуктивности земель, минимальные расходы воды, минимальные эксплуатационные затраты. Через призму этой заинтересованности совершенно по-другому будет осуществляться внимание мелиораторов к реконструкции земель.

Совершенно правы Е.П.Ушаков и др. (53), когда указывают, что введение платы за воду в промышленности, энергетике, (добавим - хозкультбыте, рекреации) не представляется сложным с точки зрения покрытия их прибылями (I,6-2,5% стоимости продукции). Но в орошаемом земледелии придется обязательно включиться в общесоюзное перераспределение прибыли, имея в виду долю налога с оборота. Действительно, наши расчеты по предложенной методике по Узбекистану в целом показывают, что доля мелиоративных затрат составляет 8-9% в

Сурхандарье, но 30-37% в Каракалпакии, а в среднем по Узбекистану 20-25%. Это делает необходимым пересмотр цен на продукцию за счет уменьшения налога с оборота. Это, кстати, будет способствовать и более правильному перераспределению национального дохода между зонами производства сельскохозяйственной продукции и их переработкой и потреблением. Это лишний раз будет способствовать и более объективному соотношению между производимым и потребляемым национальным доходом, а также более полно отражать использование всего природного потенциала с учетом усложнения экологической обстановки.

Покажем действие предлагаемого механизма на примере Узбекистана (рис.36). До перевода на хозрасчет и самофинансирование мелиорация и водное хозяйство содержались за счет бюджета страны и лишь частично за счет договоров с хозяйствами. Так, выплата из операционных на содержание межхозяйственных, межрайонных, межобластных оросительных и водоотводящих каналов составляла в 1990 г. 375 млн. руб., капиталовложения в отрасль из централизованных 1400 млн.руб. и на содержание вновь организованных межреспубликанских бассейновых органов выделялось в 1990 г. 20 млн.руб. в год, а по мере развития упрводхозов Сырдарьи и Амударьи эта стоимость должна составить 100 млн.руб. Объем ремонтно-эксплуатационных работ по договорам с хозяйствами составляет 125 млн.руб. Итого отрасль обходилась государству в 2 млрд.руб.

По нашим расчетам, при переводе на хозрасчет средняя цена водного ресурса составляет франко-потребитель в среднем 2,45 коп. за $м^3$. При оплате этой цены промышленностью и коммунбытом поступление за воду составит в ценах 1983 г. 270 млн.руб. и, кроме того, оплата за сброс загрязненных вод промышленностью - 160 млн.руб. Плата за орошаемое земледелие по двухставочному тарифу составляет исходя из 4,0 млн.га и 53 $км^3$ воды в год водозабора и 42 $км^3$ водоподачи - 1900 тыс.руб., или удорожение составит по отношению к продукции растениеводства плана 1990 г. 24,3%.

Общими платежами всего народного хозяйства, как видно из рис.36, покрываются:

-содержание межреспубликанских бассейновых органов - 100 млн.руб.

- плата водопотреблением в низовьях за загрязнение их вод 100 млн.руб.;

- централизованные меры по очистке вод - 80 млн.руб.;

- платежи в бюджет и водному хозяйству, включая централизуемые отчисления от прибыли, - 160 млн.руб.;

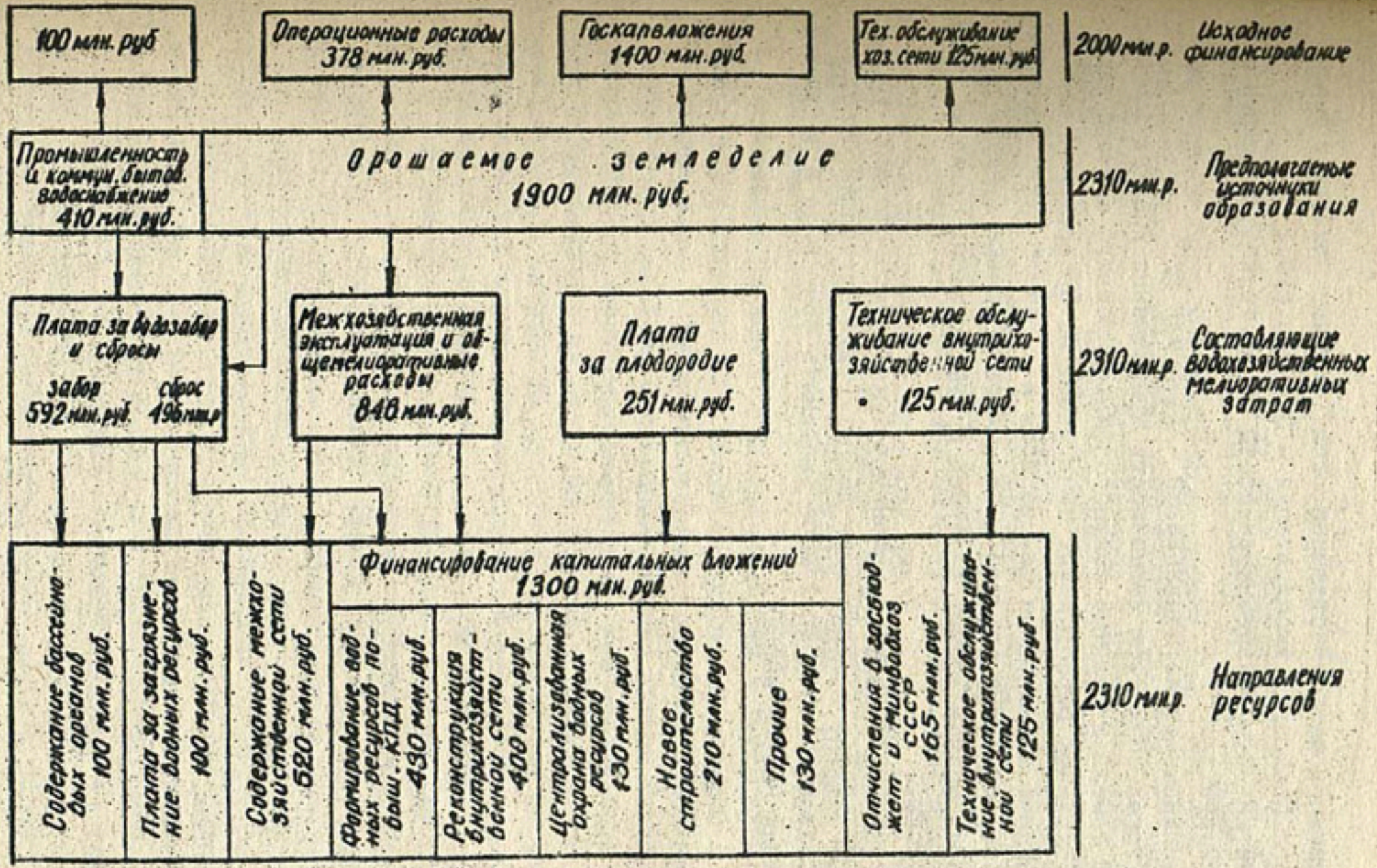


Рис. 36. ВНЕДРЕНИЕ ПОЛНОГО ХОЗРАСЧЕТА В МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ УЗБЕКИСТАНА

– содержание межхозяйственной сети, включая прибыли и фонды материального поощрения эксплуатации – 500 млн.руб.;

– ремонтно-эксплуатационные работы по внутрихозяйственной сети – 125 млн.руб.;

– на финансирование капвложений – 1170 млн.руб.

Кроме того, создается возможность привлечения кредита для новоорошаемых земель и участия союзного финансирования в особо важных природоохранных мероприятиях типа работ по Приаралью.

Постепенное наращивание цен на воду и землю будет способствовать и росту платежей отрасли и возможности больше средств вкладывать в формирование водных резервов путем, скажем, снижения удельных затрат воды.

Внедрение предлагаемого механизма будет способствовать тому, что водное хозяйство и мелиорация смогут стать настоящей отраслью природопользования и в полной мере выполнять свою роль в повышении благосостояния нашего народа.

З А К Л Ю Ч Е Н И Е

Сегодня, в эпоху ломки всех сложившихся стереотипов, очень важна попытка осознания экономических и экологических аспектов мелиорации и водного хозяйства применительно к будущему. Нигилизм и ниспровержение мелиорации превратилось в какое-то "табу" отрасли и трансформацию ее в зону умолчания и игнорирования: пусть сами республики и местные органы разбираются и с водой и с мелиорацией.

Уверен, всем знакомившимся с этой монографией ясно, что хотя мелиорация и решает территориальные аспекты, но, будучи тесно и неразрывно связана с водными и другими природными ресурсами, уже не может ограничиваться какими-то административными границами, а вызывает необходимость управления ими в масштабе бассейна реки или даже бассейнов, если они связаны между собой. Поэтому единство управления водными ресурсами в масштабах страны, видимо, является объективной необходимостью.

В начале рыночной ориентации многие ведущие экономисты пытались выдвинуть концепцию, что плата за природные ресурсы в составе цен на промышленные и продовольственные товары позволит заменить централизованное управление мелиорацией и даже водным хозяйством вновь создаваемым экономическим механизмом. Уже первый опыт введения новых повышенных цен на сельхозпродукцию в 1990-1991 гг. показал, что увеличившиеся затраты на простое воспроизводство не могут быть включены полностью в них, а даже расчетный учет этого фактора приводит к новому инфляционному витку цен во всем обществе.

Многолетний опыт рыночной экономики показывает, что мелиорация и водное хозяйство везде находятся под контролем и при субсидиях государства, штатов и других внешних субсидиаторов, учитывая их огромное социально-экономическое и экологическое значение.

В подтверждение своих твердых убеждений приведу выдержки из документов двух международных организаций.

"В большинстве стран орошение выступает как фактор стабилизации экономики, как средство улучшения положения национальной экономики в целом. Учитывая этот социально-экономический фактор, развитие сельского хозяйства при рыночных отношениях требует усилий правительств в его субсидировании и особенно в части мер по снижению затрат на повышение производительности земли и на рациональное использование водных ресурсов. Этот подход наиболее целесообразен при различиях регионального развития или при осуществлении

определенных программ правительства" (США, Испания, Франция и т.д.) (63).

"Несмотря на высокую долю платы за орошение в азиатских странах - от 5 до 33%, несмотря на высокую стоимость гектара инвестиций - от 4 до 10 тыс.долларов, дальнейшее развитие орошения продолжается и будет продолжаться, так как в росте продуктов с 1975 по 1990 гг. на 64% на счет орошения приходится 73%, а на богару лишь 27%. Правительства многих стран, не покрывая затрат на орошение от продукции, тем не менее идут на них, чтобы избавить свое население от нищеты и голода" (69).

У нас в стране 3-5 бассейнов с развитым орошением с дефицитом воды - и это бассейн Аральского моря, Куры, Иртыша и др. Но уже первые попытки решить проблемы этих бассейнов чисто на местном уровне окончились полным провалом. Не случайно правительство страны вынуждено было через комиссию по чрезвычайным ситуациям взять на себя значительную часть забот и финансирования проблемы бассейна Аральского моря. Это прецедент и подтверждение необходимости централизованного управления водными ресурсами в сочетании со смешанным - федерально-республиканского управления мелиорации как единого направления в стране.

Рыночная экономика не ослабит, а усилит эту необходимость. Во-первых, увеличение цен на сельхозпродукцию, частичная приватизация сельхозпредприятий, развитие фермерства повысят роль орошения как стабилизирующего фактора перед сельхозпроизводством за устойчивое обеспечение водой и мелиоративными условиями. Это вызовет, бесспорно, и повышение требования к устойчивости режима и к надежности мелиоративных систем, а стало быть и капиталоемкость этих систем. С другой стороны, рыночной механизм потребует и долговременности обязательств водного хозяйства и мелиорации по повышению продуктивности земель и в то же время по сохранению комфортных природных условий как основы длительного функционирования и общества и сельского хозяйства.

Отсюда неминуемо и единое отраслевое управление и в то же время постоянная ориентация на водосбережение, на улучшение использования природных ресурсов и на обязательное соблюдение экологических требований.

В то же время, учитывая огромное социально-экономическое значение водного хозяйства и мелиорации, также неминуем и дальнейший процесс отраслевого развития в интересах и в тесной увязке с территориальным процессом. И, видимо, Средняя Азия будет первопроходцем в этом процессе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

I. Аверьянов С.Ф. Горизонтальный дренаж при борьбе с засолением орошаемых земель.-М.: Изд.АнСССР. 1959.-224 С.

2. Аганбегян А.Г. Система управления экономикой развитого социализма. Тенденции и проблемы. М.:Экономика, 1982.- С. 10...36.

3. Агес Пьер Введение в экологию.-Л.: Гидрометеоиздат, 1984.

4. Афанасьев В.Г. О системном подходе в социальном познании Вопросы философии.-1973.-№6.

5. Вендров С.Л. Проблемы преобразования речных систем СССР.-Л.:Гидрометеоиздат.1976.-С.9...82.

6. Виленский В.А., Зыков Ю.А. и др. Критерии и показатели социально-экономической эффективности новой техники.-М.:Наука, 1982.-226 С.

7. Воропаев Г.В. Единая водохозяйственная система. Водные ресурсы.-1976.-№6.-С.99...109.

8. Воропаев Г.В., Исмайылов Г.Х., Федоров Б.М. Моделирование водохозяйственных систем аридной зоны СССР.-М.:Наука,1984.-С.168.

9. Глазовская М.А. Принципы классификации природных геосистем по устойчивости к техногенезу и прогнозное ландшафтно-геохимическое преобразование // Устойчивость геосистем.-М.:Наука,1976.-С.61...78.

10. Горский Ю.М. Системно-информационный анализ процессов управления.-Новосибирск:Наука.-С.159-164 .

11. Горшков С.П. Экзодинамические процессы освоенных территорий.-М.:Недра,1982.-С.10...123.

12. Губин Ф.Ф. Куперман В.Л. Экономика водного хозяйства и гидротехнического строительства.-М.:Стройиздат,1965.-С.14 ...82.

13. Дружинин И.П., Пряжинская В.П., Рыскулов Д.М. Математическая модель развития водного хозяйства страны // Труды института системного анализа.-1975.-Т.2.

14. Дунин-Барковский Л.В. Физико-географические основы ирригации.-М.:Наука,1976.-С.122...146.

I5. Дунин-Барковский Л.В. Физико-географические основы проектирования оросительных систем.-М.:МСХСССР.I960.

I6. Духовный В.А. Водохозяйственный комплекс в зоне орошения.-М.:Колос,I984.-С.23.

I7. Духовный В.А. Ирригационные комплексы // Экономика и жизнь.-I985.-№5.

I8. Духовный В.А. Ирригационные комплексы в аридной зоне.-Ташкент:Узбекистан,I983.-С.84-I03.

I9. Духовный В.А., Исламова А.Д. Освоению новых земель - высокую эффективность // Хлопководство.-I982.-№7.-С.2...5.

20. Духовный В.А., Дерлятка Т.И., Умарджинов Э. Реконструкция оросительных систем - эффективный метод решения социально-экономических проблем в аридной зоне СССР // Труды XXIII конгресса МКИДа.-Рабат,I987.

2I. Егоров В.В. Единство материального и энергетического в плодородии почв //Вестник сельскохозяйственной науки.-I986.-№II.-С.33...39.

22. Егоров В.В., Ковда В.А., Минашина Н.Г. Почвы аридной зоны как объект орошения.-М.: Наука,I970.-С.6...I2.

23. Картвелишвили М.А. Стохастическая гидрология.-Л.:Гидрометеоиздат,I975.-С.I2..35.

24. Кац Д.М. Влияние орошения на грунтовые воды.-М.:Колос,I976.-С.I2...29.

25. Ковда В.А. Биохимические циклы в природе и их нарушение человеком.-М.:Наука,I976.-С.25...43.

26. Космачев К.П. Географическая экспертиза.-Новосибирск:Наука,I98I.-С.4I...43.

27. Костяков А.Н. Избранные труды.-М.:Сельхозгиз,I96I.-С.89..
.I34.

28. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидротехнические основы управления речным стоком.-М.:Наука, I98I.-С.I4...I44.

29. Лаукс Л., Стединжер Д., Хейт Д. Планирование и анализ водохозяйственных систем.-М.:Энергоатомиздат,I984.

30. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее.-М.: Мысль,I974.-С.6...I28.

3I. Маркарьян С.Б. Научно-технический прогресс в сельском хозяйстве Японии.-М.:Наука.I967.-296с.

32. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения.Изд.2-е.Т.4.-С.177.
33. Маркс К., Энгельс Ф.Сочинения.Изд.2-е.Т.23.-С.363.
34. Маркс К., Энгельс Ф.Сочинения.Изд.2-е,Т.25,ч.2-С.287.
35. Медведев В.А. Социалистическое воспроизводство - новое экономическое исследование.-М.:Мысль,1981.-с.3...147.
36. Мечитов И.И., Гершович М.И. Водохозяйственные балансы.-Тбилиси,1970.
37. Минц М.Г., Кондратова Л.Д. Экономическая эффективность капитальных вложений и производственных фондов в строительстве.-М.:Стройиздат,1976,-С.71...75.
38. Музылев С.В., Привальский В.Е., Раткович Д.Я. Стохастические модели в инженерной гидрологии.-М.:Наука,1982.-С.9...106.
39. Мусатов Н.А. Долгосрочное пронозирование водных ресурсов Средней Азии //Повышение эффективности мелиорируемых земель и водохозяйственное строительство.-Тбилиси:ГрузНИИГ и М,1987.-С.179 ...180.
40. Одум Экология.-М.:Мир,1986.-С.117...132.
41. Попов Г.Х. Эффективное управление.-М.:Экономика,1985.-С.13...16.
42. Поспелов Г.С., Вен В.Л. Проблемы программно-целевого планирования и управления.-М.:Наука,1981.-С.5...64.
43. Прогноз распределения почвенной влаги с учетом гидрометеорологической информации //Известия АН УзССР.-1986.-№4.
44. Прохоренко Н.И., Соколов В.И. Оценка влияния отбора подземных вод на сток рек Чирчик - Ахангаран - Келесского ирригационного района // Тезисы. Всес.научно-технической конференции.-Киев-Таллин,1985.-С. 107.
45. Пряжинская В.Г. Математическое моделирование в водном хозяйстве.-М.:Наука,1985-113с.
46. Пряжинская В.Г., Храпович И.Л. Система оптиматизационных моделей развития водного хозяйства региона //Водные ресурсы.-1979.-№3.-С.20...27.

47. Резниковский А.Ш., Рубинштейн М.И. Диспетчерские правила управления режимами водохранилищ.-М.:Энергоатомиздат,1984.

48. Рысбеков Ю. Экспериментальные исследования водопотребления хлопчатника:Авторефдис.... канд.техн. наук.-Ташкент,1985.

49. Рябцев В.М. Региональный анализ эффективности общественного производства.-М.:Статистика,1977.-С.15...25.

50. Соколов В.И. Прогнозная оценка подруслового стока в бассейне Сырдарьи (на примере Ферганской долины)//Изв.АН УзССР,сер.техн.наук.-1985.-№2.-С.43...45.

51. Статистические обследования Туркестанского края. Отчет сенатора графа Палена.-С.-Петербург,1909.

52. Тюков О.М. Оптимизация планирования водного хозяйства промышленных районов.-М.:Наука,1985.-С.4...24.

53. Ушаков Е.П., Голуб А.А., Величенко Ю.Н. Водные ресурсы: рациональное использование.-М.:Экономика,1987.-С.84...111.

54. Усманов А.У. Регулирование водно-солевого режима почвогрунтов при орошении минерализованной водой// Хлопководство.-1982.-№9.

55. Федоров Б.К., Гильманов Т.Г. Экология.-М.:изд.МГУ,1980.-С.346.

56. Хачатуров Т.С., Лойтер М.Н. и др. Охрана окружающей среды и ее социально-экономическая эффективность.-М.:Наука,1980.-С.8...13.

57. Хачатуров Т.С. Эффективность капитальных вложений.-М.:Экономика,1979.-С.24...43.

58. Шатилов И.С., Чудновский А.Ф. Агрофизические, агрометеорологические основы программирования урожая.-Л.:Гидрометеоиздат, 1980.-С.77...79.

59. Шикломанов И.А., Маркова О.Л. Проблемы водообеспеченности и переброски речного стока в мире.-Л.: Гидрометеоиздат, 1987.-289с.

60. Шнипер Р.И. Экономическая оценка крупных территориальных комплексных программ// Методы и практика определения эффективности капвложений и новой техники.-М.:Наука,1985.-С.43...46.

61. Шокин Н.А. Теоретические основы формирования эффективной структуры народного хозяйства.-М.:Наука, 1984.-192с.

62. Штепа Б.Г. Мелиорация без эмоций.-М.:изд.ЦБНТИ Минводхоза СССР,1989.-209с.

63.

64.

65.

66.

67.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
Роль и место отрасли "Водное хозяйство и мелиорация земель" в социально-экономическом развитии Среднеазиатского региона . 10
Выбор места отрасли на современном этапе 10
Анализ недостатков отраслевого развития 19
Социально-экономическая необходимость развития водного хозяйства и мелиорации в странах СНГ и за рубежом 31
Водохозяйственный комплекс как сложная эколого-экономическая система 35
Социально-экономическое развитие Средней Азии и водохозяйственный комплекс 47
Средняя Азия и водное хозяйство - достижения и просчеты
ВХК Средней Азии и территориальное развитие . . . . .
Экономическая эффективность водохозяйственных и мелиоративных мероприятий и ее динамика в Средней Азии 71
Структура и связи ВХК в аридной зоне 82
Особенности мелиорации и водного хозяйства с позиций природопользования в аридной зоне 96
Своеобразие взаимоотношений отрасли с природной средой в эпоху НТП 96
Природные связи и их динамика в процессе развития ВХК . . 101
Плодородие почв и участие мелиоративных процессов в его повышении 109
Стабилизация природных процессов и циклов в бассейне в условиях динамического изменения ВХК 119
Целевая программа формирования и развития ВХК в аридной зоне 137
Основные положения по формированию ВХК в аридной зоне . . 137
Морфологическая структура ВХК 148
Развитие экологической сферы ВХК 162
Критерии оценки развития ВХК 172
Экономическая эффективность водохозяйственных комплексов 174
Процедура построения программы управления и развития ВХР 191

Основные направления совершенствования управления водохозяйственным комплексом 200
Централизованное управление ВХК 200
Автоматизированная система управления бассейнами (АСУБ) . 212
Создание экономико-математической модели функционирования ВХК 230
Управление бассейном реки в условиях дефицита воды . . . 243
Перспективное планирование и совершенствование водохозяйственного комплекса
Прогнозирование развития водных ресурсов 250
Водно-мелиоративный мониторинг ВХК 266
Оптимизация развития ВХК на перспективу 271
Совершенствование хозяйственного механизма и введение хозрасчетных взаимоотношений в отрасли со смежными потребителями 280
З А К Л Ю Ч Е Н И Е 291
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 293

Духовный Виктор Абрамович

МЕЛИОРАЦИЯ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЫ

(Экономико-экологические аспекты)

Ташкент - "Мехнат" - 1993

Зав. редакцией . Р. Ибрагимов

Художественный редактор О. Бакулкова

Технический редактор Н. Сорокина

Корректор Л. Майнаева

ОИБ № 1270

Подписано в печать 27.02.93 г. Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2. Отпечатано способом ротапринт. Усл. п. л. 17,44. Усл. кр.-отт. 17,65. Уч. изд. л. 18,1. Тираж 500 экз. Заказное. Зак. № 4539 Цена договорная.

Издательство "Мехнат". 700129. Ташкент, ул. Навои, 30. Договор № 192-89.

Ташкентская книжно-журнальная фабрика Госкомпечати Республики Узбекистан. 700104 г.Ташкент, массив Юнусабад, ул. Муратова, 1.