Академия наук СССР
Институт водных проблем

Г. В. Воропаев
А. А. Бостанджоглю

ПРОБЛЕМА ИЗЪЯТИЯ, ПЕРЕБРОСКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК ДЛЯ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, УРАЛА, СРЕДНЕЙ АЗИИ И КАЗАХСТАНА

Москва — 1984

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ

Г. В. ВОРОПАЕВ
А. А. БОСТАНДЖОГЛО

ПРОБЛЕМА ИЗЪЯТИЯ, ПЕРЕБРОСКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК ДЛЯ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, УРАЛА, СРЕДНЕЙ АЗИИ И КАЗАХСТАНА

Для служебного пользования
Экз. № 000308

МОСКВА—1984

УДК 626.8:551.48

Воропаев Г. В., Бостанджогло А. А. Проблема изъятия, переброски и распределения части стока сибирских рек для районов Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана. ИВП АН СССР. М., 1984, 375 с, вклеек — 7.

Монография посвящена исследованиям по водообеспечению, территориальному перераспределению водных ресурсов, развитию водохозяйственной системы Срединного региона и водохозяйственных балансов основных речных бассейнов его; инженерным решениям ТЭО переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана; прогнозу влияния этой переброски на природные условия и социально-экономические процессы. Предназначена для научных и практических работников, занимающихся вопросами комплексного использования и охраны водных ресурсов. Рис. 42, Табл. 101, Библ. 376. назв.,
(Авторы: Г. В. Воропаев, А. А. Бостанджогло, И. А. Герарди, Н. С. Гришенко, А. Н. Еремеев, Г. Х. Исмайылов, Ю. М. Малисов, Л. П. Новоселова, В. Л. Ронин, Б. Г. Федоров, И. Л. Хосровяц).

Ответственный редактор
академик ВАСХНИЛ Б. Б. Шумаков

Академия Наук СССР,
Институт водных проблем,
1984.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Развитие народного хозяйства СССР обуславливает интенсивный рост водопотребления. В общее развитие техники, экономики и науки по проблеме водообеспечения страны большой вклад внесли ученые и инженеры, работающие в области изучения, планирования, проектирования и эксплуатации водохозяйственных сооружений и систем, решающих задачи рационального комплексного использования и охраны водных ресурсов.

Огромный опыт крупного водохозяйственного строительства в СССР, создание уникальных гидросооружений, каналов и водных систем, освоение пустынных районов, эксплуатация гидромелиоративных систем и др. в сочетании с крупными достижениями в развитии теории и методов водохозяйственных расчетов позволяют ставить и практически решать новые, более крупные задачи, качественно меняющие прежние подходы к управлению водными ресурсами.

Выдвигается задача развития теории и создания методов управления режимом и ресурсами вод суши в их единстве с природными процессами и хозяйственной деятельностью человека в целом. В этом плане поставлены на повестку дня такие конкретные задачи, как создание Единой водохозяйственной системы страны, управление водным режимом и экологией внутренних морей и крупных водоемов, управление водным режимом крупных территорий, измеряемых многими сотнями и даже тысячами квадратных километров, управление процессом влагопереноса, увлажнения зон и формированием осадков и др.

Среди этих задач важнейшее место принадлежит проектам территориального перераспределения речного стока, т. к. очевидная неравномерность в распределении водных ресурсов по отношению к размещению их потребителей в стране привела специалистов к мысли о крупномасштабном межзональном территориальном перераспределении речного стока. Можно заметить, что первые предложения и проекты перераспределения возникли еще в прошлом столетии и активно выдвигались в 50-х годах нашего

века, с идеей создания транспортных систем и развития энергетики. Решение проблемы территориального перераспределения речного стока в целях водообеспечения началось лишь в последние два десятилетия. Активно эти работы стали развиваться на основе директив XXV съезда КПСС, когда в 1976 г. была сформулирована первая комплексная научно-техническая программа исследований по указанной проблеме, головная роль в которой была поручена Институту водных проблем АН СССР*.

Результаты научных исследований и проектных проработок, полученные в 1976—1984 гг., базировались на работах большого коллектива (более 150 институтов), объединенного программой ГКНТ. В исследованиях участвовали институты АН СССР и Академий наук союзных республик, Минводхоза СССР (головная проектная организация — Союзгипроводхоз), Госкомгидромета СССР, Минэнерго СССР, Мингеологии СССР, Минрыбхоза СССР, Минздрава СССР и др.

При написании монографии авторы опирались на свои исследования и в разной степени использовали результаты работы институтов-соисполнителей, а также литературные источники.

В СССР осуществляются научные исследования и проектные разработки по трем крупным переброскам: части стока северных рек в бассейн Волги; части стока р. Дунай в р. Днепр; части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана.

В настоящей работе подробно рассматривается последняя проблема — возможность изъятия, транспортирования и распределения части Обь-Иртышского стока для нужд Срединного региона. За счет перебрасываемой воды появится возможность дополнительного орошения 4,5 млн. га плодородных земель, в том числе в районах РСФСР — 1,5 млн. га, Средней Азии и Казахстане — 3 млн. га. Осуществление этой крупной государственной задачи явится исключительно большим вкладом в развитие производительных сил страны и увеличение продовольственных ресурсов на длительную перспективу.

Проектные материалы ТЭО переброски части стока сибирских рек и научные исследования по проблеме были рассмотрены ГКНТ, Минводхозом СССР, Академией наук СССР, Госкомгидрометом СССР, Правительствами РСФСР, Узбекистана, Казахстана, Таджикистана, Киргизии и Государственной экспертной комиссией Госплана СССР. На заседании Госплана СССР 18 февраля 1983 г. и Коллегии Госплана СССР 7 июня 1983 г. было одобрено заключение Государственной экспертизы по ТЭО переброски и рекомендовано Минводхозу СССР приступить к проектированию Главного канала переброски на объем 27,2 км³ воды ежегодно. Президиум Совета Министров СССР обсудил эту проблему 31 января 1984 г., а Политбюро ЦК КПСС 15 сентября

* Научный руководитель программы Г. В. Воропаев.

1983 г. и 23 мая 1984 г., рассматривая вопрос о долговременной программе мелиорации земель в СССР, по вопросам территориального перераспределения водных ресурсов приняло позитивные решения. Поэтому одобрение ТЭО переброски части стока сибирских рек и научных исследований по проблеме стало знаменательным завершением первого, важнейшего этапа работ, обосновавшего техническую возможность, экономическую целесообразность и народнохозяйственную необходимость осуществления этой неотложной общесоюзной народнохозяйственной проблемы, этапом, который подвел итоги многолетних научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ, выполненных Институтом водных проблем АН СССР и Союзгипроводхозом совместно со 150 институтами-соисполнителями. На втором, новом этапе, предстоит закончить исследования, намеченные программой ГКНТ, Академии Наук СССР, Постановлением ГЭК и составить проект.

Инициатива подготовки настоящей монографии принадлежит Г. В. Воропаеву, разработавшему с А. А. Бостанджогло ее общий план.

Цель работы — изложение исследований авторов, а также наиболее полное ознакомление научных и практических работников, занимающихся различными аспектами проблемы комплексного использования, охраны водных ресурсов и территориального водоперераспределения в Срединном регионе, с возникновением проблемы, постановкой научных исследований и проектных разработок по ней; развитием крупных водохозяйственных систем на территории региона; водохозяйственными и водобалансовыми расчетами, определившими параметры принятых инженерных решений и прогнозом влияния технических мероприятий на окружающую среду и социально-экономические процессы. Все перечисленные вопросы, которые авторы посчитали главными, в наибольшей степени влияющими на принятие решений по изъятию, транспортированию и распределению части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана, объединены в шесть глав.

Соавторами основных авторов монографии А. А. Бостанджогло и Г. В. Воропаева по отдельным главам являются: Г. Х. Исмайылов (гл. II), Ю. М. Малисов (гл. III), И. А. Герарди, Н. С. Гришенко, А. Н. Еремеев (гл. IV), И. Л. Хосровянц (гл. V), В. Л. Ронин, Б. Г. Федоров (гл. VI).

Рисунки выполнены в Институте «Союзгипроводхоз» и в секторе научной картографии ИВП АН СССР (Л. П. Новоселова, Л. Я. Гервиц, З. Г. Голубева, В. И. Никонова).

При подготовке монографии авторы стремились привлечь для публикации новейшие результаты исследований и с благодарностью примут пожелания и отзывы на книгу, которые будут использованы в дальнейшей работе над проблемой.

Авторы признательны академикам Г. И. Марчуку, А. П. Александрову, В. А. Котельникову, В. А. Коптюгу, А. В. Сидоренко,

А. Л. Яншину, Л. М. Бреховских, А. С. Садыкову, А. М. Кунаеву, А. Г. Аганбегяну, И. П. Герасимову, Н. Н. Некрасову, Е. М. Сергееву, А. Ф. Трешникову, Т. С. Хачатурову, чл.-корр. АН СССР М. С. Асимову, А. Г. Бабаеву, О. Ф. Васильеву, В. В. Воробьеву, Д. Г. Жимерину, Ю. А. Израэлю, М. И. Иманалиеву, В. А. Ковде, В. Н. Кунину, П. С. Непорожнему, Н. В. Разину, М. А. Сергееву, С. С. Шаталину; академикам ВАСХНИЛ Л. Г. Балаеву, В. Р. Боеву, В. В. Егорову, В. П. Можину, А. А. Никонову, И. С. Рабочеву, И. С. Шатилову, Б. Б. Шумакову; чл.-корр. ВАСХНИЛ Н. Р. Хамраеву, Б. Г. Штепе; академикам АН УзССР С. К. Зиядуллаеву, В. К. Кабулову, К. И. Лапкину; академикам АН КазССР Е. В. Гвоздеву, Ш. Ч. Чокину; чл.-корр. АН УзССР Р. А. Алимову, К. Н. Бедринцеву, Б. Д. Коржавину; чл.-корр. АН КазССР У. Б. Баймуратову, В. М. Боровскому; чл.-корр. АН КиргССР М. Н. Большакову; чл.-корр. АН ТуркССР В. С. Манакову; чл.-корр. АН ТаджССР Т. Н. Назарову; докторам наук А. Б. Авакяну, В. С. Алтунину, И. П. Айдарову, Ю. И. Боксерману, А. И. Будаговскому, С. Л. Вендрову, Т. Г. Войнич-Сяноженцкому, А. И. Голованову, И. П. Дружинину, Л. В. Дунин-Барковскому, И. С. Зекцеру, В. С. Каминскому, Г. В. Копаневу, С. Н. Крицкому, О. П. Литовке, А. В. Михайлову, И. Н. Степанову, Д. Я. Ратковичу, Н. М. Решеткиной, Н. Н. Ухову, Б. А. Фидману, И. А. Шикломанову, Р. И. Шниперу и сотрудникам системы Минводхоза СССР тт. П. А. Полад-Заде, В. И. Антонову, А. Ахмедову, К. Н. Бапирканову, И. Х. Джурабекову, В. А. Духовному, Н. К. Кипшакбаеву, А. Ф. Кондратьеву, К. С. Корневу, О. А. Леонтьеву, Л. С. Литваку, В. П. огинову, К. А. Ракитину, П. Г. Фиалковскому, А. Ходжадову, Ф. Я. Эйнгорну за ценные замечания в процессе обсуждения проблемы.

На заключительном этапе работы над рукописью большую помощь оказали Т. П. Герасимова, С. М. Кудрявцева, С. А. Лапин, А. А. Тушкин, которым авторы выражают искреннюю благодарность.

ГЛАВА 1

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОБЛЕМЕ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ СТРАНЫ И ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Распределение природных водных ресурсов по территории континентов, их количество, режим и качество, чаще всего не отвечают современным, а тем более перспективным, требованиям развития сельскохозяйственного и промышленного производств и удовлетворению нужд населения.

На долю поверхностного стока нашей планеты приходится около 37 тыс. км³/год. Запасы воды в реках Советского Союза составляют 4,7 тыс. км³/год, из этой величины на территории СССР, формируется 4,38 тыс. км³/год, или приблизительно 12% речного стока земного шара, тогда как площадь СССР составляет около 15% площади всей суши. Это сравнение говорит о том, что в СССР удельные размеры водных ресурсов меньше, чем на всей суше в целом.

Поэтому весьма осторожно следует относиться к высказываниям некоторых авторов относительно того, что наша страна, сравнительно с другими областями земного шара, наиболее богата водными ресурсами. О богатстве водой можно говорить только в отношении валового объема водных ресурсов, но это связано не с благоприятными гидрологическими условиями, а с размерами территории страны.

Неудовлетворительное положение в СССР с водообеспеченностью усугубляется тем, что 86% стока приходится на слабо освоенные северные и восточные районы страны и только менее 14% его относится к территории, где сосредоточено около 85% населения и около 80% промышленного и сельскохозяйственного производства.

Решение водохозяйственных задач в нашей стране затруднительно не только в связи с неравномерным распределением водных ресурсов по территории, но и в связи с недостаточным естественным увлажнением основных сельскохозяйственных районов,

наиболее обеспеченных тепловыми ресурсами, а также наличием внутренних и окраинных морей, гидрологический и гидрохимический режим которых зависит от притока речных вод. Из этого можно сделать не очень приятный, но мобилизующий вывод: воды у нас меньше в ту большую часть года, когда она нужнее всего населению и его хозяйству; воды у нас меньше всего на тех территориях, где она нужна больше всего; ресурсами речной воды мы беднее некоторых хозяйственно развитых стран.

В текущем столетии спрос на водные ресурсы возрос в мире в 7—8 раз и к началу следующего столетия может удвоиться. Так, объем, изъятый из источников, составлял в 1900 г. около 400 км³, в 1975 г. — примерно 3000 км³. В нашей стране для этих же этапов величины, соответственно, приблизительно такие: 60, 320 км³, т. е. темпы роста близки к средним в мире. На долю сельского хозяйства приходится до 85% безвозвратного использования воды, удельный вес промышленности невелик, однако эти потребители в наибольшей мере загрязняют водные ресурсы речных систем и водоемов.

В связи со сложившимся положением в последние годы интенсивно развиваются работы по управлению водными ресурсами суши, прежде всего поверхностными водами рек, озер, внутренних и окраинных морей, подземными и почвенными водами.

Развитие управления водными ресурсами установило их тесную взаимосвязь и влияние на развитие физико-географических и социально-экономических процессов. Масштабы такого влияния зависят от масштабов вмешательства в естественный водный режим и водооборот. В перспективе они могут выйти за пределы отдельных водных объектов, речных систем или водоемов, возможны более обширные их проявления, захватывающие крупные регионы. Поэтому крайне важен анализ прошлого и настоящего опыта вмешательства в водный режим, оценка его последствий и разработка методов прогноза.

В связи с этим необходимо создание и развитие нового научного направления — теории управления водными ресурсами суши. Такая наука может быть синтезирована на базе естественных, технических и социально-экономических наук.

С давних времен люди пытались перебросить сток рек из отдаленных бассейнов с избыточным увлажнением в засушливые районы. В настоящее время, благодаря накопленному опыту в области эксплуатации водных систем, а также огромным успехам в науке и технике, человечество научилось управлять крупными реками, соединять или перемещать их воды, перебрасывая громадное количество воды на многие сотни километров с помощью каналов или поднимая воду на сотни метров с помощью насосов, чтобы удовлетворить нужды увеличивающегося населения мира. И в нашей стране из многих возможных путей удовлетворения потребностей в воде народного хозяйства, особенно после решений XXV съезда КПСС, большое внимание уделяется исследова-

нию возможности в крупных масштабах территориального перераспределения водных ресурсов путем подачи части стока многоводных рек северного склона в бассейны южных рек, т. к. регулирование стока в водохранилищах может лишь частично решить задачу водообеспечения.

В настоящее время в мире создано более 10 тыс. водохранилищ с общим объемом около 5 тыс. км³ и полезным — около 3 тыс. км³, что в 4 раза превышает средний одновременный объем воды в речных системах мира и составляет 12% годового речного стока. В СССР насчитывается свыше 1,5 тыс. водохранилищ с общим объемом 1242 км³ и полезным — более 500 км³. С учетом уже строящихся водохранилищ суммарный объем превысит 1,5 тыс. км³, т. е. треть годового речного стока страны. Дальнейшее строительство водохранилищ будет продолжаться, однако, как указывалось, оно уже не сможет существенно улучшить водообеспеченность в основных районах водопотребления, т. к. резервы регулирования речного стока здесь уже исчерпаны. Возможности регулирования стока могут быть существенно расширены за счет использование емкостей морских заливов, эстуариев, губ, в целом окраинных морей путем отчленения их от другой части морей или океанов. Это позволит вместе с другими техническими средствами осуществить более глубокое континентальное зарегулирование поверхностного стока. В связи с этим возникает необходимость разработки теории и методов управления уровенным режимом, соленостью, гидротермическими процессами, формированием устьевой и береговой области водоемов, массо-теплообменом между речным стоком и водными массами в водоеме и вне его. При этом выявляется специфика в подходе к регулированию речного стока в устьевых областях и окраинных морях южной части страны и на севере. Южные водоемы и моря, способствуя комплексному развитию производительных сил соответствующего региона, в то же время должны значительно поднять свою роль как объекта высокой рыбопродуктивности и благоприятной зоны рекреации. Основная задача водоемов севера — обеспечение водой хорошего качества потребностей народного хозяйства, в том числе и южных водоемов. Эта задача исключительно сложная, т. к. в устьевую область рек пока еще поступает вода с резко ухудшившимся качеством в связи с использованием речного стока в верхнем течении, сбросом возвратных и сточных вод. Поэтому требуется проведение необходимых водоохранных мероприятий, которые позволят преодолеть эти трудности и решить задачу — подачи воды на юг страны.

Частичное территориальное перераспределение стока в СССР, как и в других развитых и развивающихся странах, осуществляется уже давно в качестве меры, дополняющей регулирование стока в водохранилищах. К началу восьмидесятых годов объем воды, забираемой в каналы различной длины и пропускной способности, достиг в СССР порядка 100 км³. При этом, если раньше

ще перераспределение происходило в рамках одного бассейна, то за последние 20 лет объем воды, выводимой за пределы бассейна, где она сформировалась, достигает в сумме десятков км³ (каналы: им. Москвы, Ферганские, Голодностепские, Каракумский, Северо-Крымский, Волго-Донской, Иртыш — Караганда, Днепр — Донбасс и многие другие). Однако, межзональная переброска воды в больших объемах до сих пор у нас, как и в других государствах, еще не производилась. Возникла она в СССР в связи с необходимостью водообеспечения дальнейшего развития народного хозяйства южной зоны страны в условиях все возрастающего там дефицита местных водных ресурсов. В обозримой перспективе крупными водохозяйственными мероприятиями будут охвачены практически все основные речные бассейны страны к западу от Енисея. Водное хозяйство превратится в систему связанных между собой водохозяйственных объектов. Весьма значительным станет влияние антропогенного фактора на природу и климат прилегающих территорий.

К наиболее важным комплексным водохозяйственным проблемам, связанным с переброскими стока относятся: водообеспечение бассейнов Волги и Каспийского моря, Северного Кавказа, Азовского моря, территории юга Украины, Юго-Западной Сибири, Уральского экономического района, Средней Азии и Казахстана.

Масштаб планируемых мероприятий по территориальному перераспределению стока в СССР беспрецендентен по размерам в мировой практике водохозяйственного строительства и связан с решением многогранных и сложных проблем. Мероприятия по пополнению местных источников за счет переброски стока из водообильных бассейнов потребуют громадных капиталовложений, исчисляемых многими миллиардами рублей. Чтобы дать хотя бы некоторое представление о масштабах рассматриваемой проблемы, можно привести следующие цифры: общая площадь территории, в пределах которой может осуществляться перераспределение стока, 12 млн. км², что составляет более половины территории СССР и больше всей территории Европы. В нее входит 600 тыс. км² озер и к ней прилегает примерно 1 млн. км² окраинных морей. Речной сток этой территории — 2200 км³/год, или более половины суммарного стока страны, что превышает сток рек США (без Аляски) или Индии.

Осуществление в подобных масштабах межзонального и внутризонального перераспределения стока в равной мере включает вопросы качества перебрасываемых вод, поскольку проведение водоохранных мероприятий будет способствовать и более эффективному их использованию. Территориальное перераспределение водных ресурсов, как всякое крупное водохозяйственное мероприятие, неизбежно затрагивает другие (неводные ресурсы) и может сопровождаться рядом негативных последствий. Поэтому перед научными исследованиями, проектной, строительной и эксплуатационной практикой стоят сложнейшие проблемы.

Возможность осуществления межзонального перераспределения вод, принимая во внимание долговременные задачи охраны окружающей среды, а также хозяйственные и социальные интересы страны и всех регионов, затрагиваемых переброской, в том числе районов, откуда сток изымается, где транспортируется и распределяется, требует учета большого числа технико-экономических, социальных и природно-экологических факторов, не все из которых поддаются строгому расчету. Этим объяснялась та осторожность, которая проявляется как директивными органами страны, так АН СССР и рядом министерств и ведомств к решению вопросов о сроках, очередности в масштабах переброс, несмотря на растущую напряженность водохозяйственных балансов в ряде южных районов страны и ухудшающимся состоянием южных внутренних морей.

Прежде чем осветить постановку исследований по водообеспечению страны и территориальному перераспределению водных ресурсов, коротко остановимся на истории развития работ в России по водообеспечению Туркестанского края. Подробно этот вопрос изложен в фундаментальном коллективном четырехтомном труде «Ирригация Узбекистана» (главный редактор академик А. С. Садыков).

Первые сведения о Средней Азии и попытки создания географических карт этого района встречаются в трудах Геродота, Страбона и Плиния (V век до новой эры), греко-римских, персидских историков (IV—III века до н. э.) и арабских завоевателей, а позже, в средние века, в трудах ученых Хорезма и Бухары, в описаниях многочисленных путешественников.

Стремление России к расширению политических и торговых связей со Средней Азией предопределило изучение ее природно-хозяйственных условий. В 1697 г., а затем в 1716—1717 гг. в Бухару были направлены экспедиции А. Нарышкина и А. Бековича-Черкасского, в задачу которых входило выявление единого водного пути в Среднюю Азию. В 1848—1849 гг. экспедицией Русского географического общества (А. И. Бутаковым) выполнены инструментальные съемки бассейна Аральского моря. В 70-х годах прошлого столетия в Хивинском ханстве работала экспедиция Отдела земельных улучшений А. И. Глуховского, в 1874 г. — Н. Г. Столетова, в 1876—1877 гг. — Урундарьинская экспедиция Н. Г. Петрусевича и в 1879 г. — Амударьинская экспедиция. На основе этих материалов А. И. Глуховским был написан «Грандиозный непрерывный водный путь от границ Афганистана».

Интерес, проявившийся в дореволюционный период к водообеспечению юга России, ирригационному освоению земель в Туркестанском крае, привел в те годы к разработке ряда проектных схем развития орошения. На границе 80—90 годов прошлого века П. М. Лессар выдвинул идею подачи воды из Амударьи в маловодный бассейн Кашкадарьи для орошения Каршинской степи, а А. Г. Аненков и Х. В. Гельман предложение о создании канала

из р. Амударьи в Бухарский оазис. В 1910—1917 гг. проводились изыскательские работы, которыми руководили А. В. Цинзерлинг. Н. В. Мастицкий, Б. А. Трегоржевский, Е. Н. Блумберг, С. К. Кондрашов, Н. А. Димо, В. Г. Глушков. В 1908 г. М. Н. Ермолаев и в 1912 г. Б. Х. Шлегель на основе полевых изысканий и исследований составили проекты подачи воды в бассейны рек Мургаба и Теджена (прототип 1 очереди Каракумского канала). В 1912—1916 гг. А. В. Чаплыгин разработал схему переброски части стока р. Амударьи и низовий р. Зеравшана с помощью насосных станций по каналу от г. Чарджоу до сел. Шахруд. В 1915 г. Ф. П. Моргуненков обосновал предложения по орошению земель каналом из Амударьи на юго-восточном побережье Каспия. Г. К. Ризенкампф составил проект транскаспийского канала от слияния Пянджа с Вахшем до Каспийского моря.

Из наиболее значительных работ дореволюционного периода по бассейну Сырдарьи можно назвать схемы Туркестанского управления земледелия (1897 г.) и Московской оросительной кампании (1909—1912 гг.) по развитию орошения в Ферганской долине. В последней работе предлагалось строительство перегораживающего сооружения на р. Нарыне и канала длиной более 300 км, который был первым вариантом Большого Ферганского канала.

Известны и другие работы, предлагавшие комплексные решения вопросов ирригации, водного транспорта и др. Однако царское правительство не выделяло средств на развитие ирригации и улучшение системы водного хозяйства.

С первых лет Советской власти началось широкое планомерное изучение проблемы орошения в Средней Азии; 17 мая 1918 г. был издан подписанный В. И. Лениным декрет «Об ассигновании 50 миллионов рублей на оросительные работы в Туркестане и об организации этих работ».

После Октябрьской революции, когда началось восстановление орошаемых площадей, а позднее — для обоснования дальнейшего развития орошаемого земледелия — был разработан ряд водохозяйственных схем, охватывающих бассейны Сырдарьи и Амударьи или отдельные их районы.

Для бассейна Сырдарьи были составлены следующие схемы: И. Г. Александрова (1923), Ф. П. Моргуненкова (1923), инж. Попова (1928), Г. К. Ризенкампфа (1929), С. А. Баюкова (1940), В. Н. Гладея и И. Д. Лебедева (1943); И. Д. Лебедевым, А. В. Бостанджогло, Э. В. Подковыровой в 1957 г. схема ЧАКИРа; Г. И. Корнаковым и И. Т. Смольяниновым в 1960 г. составлена схема энергетического использования р. Нарын, выдвинувшая к строительству Токтогульский гидроузел, Курпсайскую ГЭС и др. Наиболее капитальной работой по бассейну является схема Средазгипроводхлопка (1971) Л. С. Литвака, Г. К. Серебренниковой, О. И. Ильиной.

По бассейну Амударьи в 1924 г. В. В. Цинзерлинг опубликовал сведения об орошаемых землях и оросительной способности

р. Амударьи на незарегулированном стоке. В 1926 г. Г. Н. Виноградовым была составлена первая схема использования водоземельных ресурсов бассейна р. Кашкадарьи, а также рассмотрена возможность подачи воды из р. Амударьи от Келифа на территорию Бухарской области. В 1924 г. Ф. П. Моргуненковым составлена схема развития ирригационных систем Южного Хорезма, в 1926 г. схема переброски вод Амударьи по Келифскому Узбою для орошения в дельтах Мургаба и Теджена. В 1928 г. совместно с В. В. Пославским и Э. М. Беньяминовичем он разработал проект переустройства ирригационных систем в низовьях Амударьи; в 1930 г. составлена схема использования земельно-водных ресурсов Амударьи, в которой впервые показаны возможные размеры орошения (до 4 млн. га) при частичном регулировании стока р. Амударьи.

В начале 30-х годов И. Я. Каминским (САОГИДЭП) составлена «Водноэнергетическая схема рек Средней Азии», в которой изложены основные положения развития поливного земледелия и использования энергии рек.

В 1954 г. С. А. Баюковым в Средазгипроводхлопке была разработана схема использования водоземельных ресурсов бассейна р. Амударьи, в которой определены масштабы развития орошения на бытовом и зарегулированном стоке. Средазгипроводхлопком (И. П. Ярош) был составлен Генеральный план орошения и освоения Каршинской степи, а Туркменгипроводхозом (К. Ф. Ефремов) — Генеральная схема развития Каракумского канала; Г. Н. Еремеевым и И. Т. Смольяниновым была составлена в Средазгидропроекте схема энергетического использования р. Вахш, выдвинувшая к строительству Нурекский, Рогунский и Байпазинский гидроузлы. В этом же институте А. А. Бостанджогло и и В. Ф. Корчевским была составлена схема комплексного использования реки Пяндж и Амударьи на пограничном между СССР и Афганистаном участке, а в институте Средазгипроводхлопок А. А. Пятигорским — схема развития орошения в северных районах Афганистана.

Плодотворную научно-исследовательскую работу в области мелиорации, комплексного использования и охраны водных ресурсов Средней Азии ведут ведущие научно-исследовательские институты страны: ИВП АН СССР, ВНИИГИМ, ГГИ, САНИИРИ, СоюзНИХИ и др.

Для научных трудов и крупных водохозяйственных проектов последних лет характерно решение прогнозных задач на 20 и более лет с позиций комплексного, наиболее продуктивного, рационального использования, охраны водных ресурсов. Такими работами являются генеральные схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов Узбекской ССР, Туркменской ССР, Таджикской ССР, Киргизской ССР и в целом Средней Азии (1968), составленные в Средазгидропроекте А. А. Бостанджогло, Г. Н. Еремеевым, И. Т. Смольяниновым, И. М. Рухалисом и др.,

Схема бассейна Аральского моря Средазгипроводхлопка составленная в 1972 г. К. А. Ракитиным, Генеральная схема бассейна Амударьи, составленная под руководством А. А. Бостанджогло и Р. И. Бахтиярова в Средазгидропроекте в 1967 г. в первой редакции и в 1970 г. — во второй.

В 1984 г. Средазгипроводхлопком (Ф. Я. Эйнгорн, М. П. Гуляев, Т. М. Дегтярев) проведено уточнение этой генеральной схемы.

Жизнь и время вносили в проектные схемы свои коррективы — пересматривались и уточнялись: земельный фонд, оросительные нормы, необходимые мощности и очередность строительства объектов, емкости водохранилищ и пр., но большинство основных каналов, водохранилищ, гидроузлов, сооружений было построено или строится и ведется освоение земель, в соответствии с рекомендациями схем.

Авторы всех схем приходят к одному выводу: фонд высокоплодородных земель бассейна Аральского моря, составляющий 58 млн. га, в 5—6 раз превышает оросительную способность рек бассейнов Амударьи и Сырдарьи. Следовательно, для дальнейшего развития орошения в этом регионе необходимо привлечение речного стока извне.

Большой вклад в развитие водного хозяйства Советского Союза внесли постановочные работы, опубликованные в 1932—35 годах. Это, прежде всего, трехтомное издание «Комплексные водохозяйственные проблемы СССР» под общей редакцией Г. Х. Парзяна, в котором рассматриваются и выносятся на обсуждение практически все крупные проблемы страны, работа «Основы водного хозяйства СССР» М. А. Стекольникова, работы А. Н. Аскоченского, В. В. Пославского, Б. Д. Коржавина, А. Н. Вознесенского, Д. Т. Зузика, А. Н. Костякова, С. Н. Крицкого, М. Ф. Менкеля, Н. В. Разина, Н. А. Малышева, Р. А. Алимова, Ш. Ч. Чокина и многих других.

В 1965 г. Гидропроектом (Г. Г. Гангардт) совместно с 200-ми научно-исследовательскими и проектно-изыскательскими институтами составлена Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов СССР.

В последние годы институтами Минводхоза СССР, Минэнерго СССР, Минречфлота РСФСР, Минрыбхоза СССР и другими организациями были разработаны схемы использования и охраны водных ресурсов почти всех крупных рек страны, а также разработаны проекты глубоководных водотранспортных соединений северных и южных морей. Как уже говорилось, после победы Октября на основании утвержденных схем и проектов ведется крупное строительство гидротехнических, гидроэнергетических, мелиоративных сооружений и систем, каналов для водообеспечения отдельных районов.

В связи с необходимостью водообеспечения страны и отдельных ее регионов в отраслевых и генеральных схемах комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейнов рек и союз-

ных республик (для расчетных уровней 1980 года, а затем 1990 и 2000 гг.), рядом проектных плановых и научных организаций был проведен анализ развития водопотребления за прошедший период и разработан его прогноз на перспективу. При этом было установлено, что во всех основных отраслях народного хозяйства сложились очень высокие темпы роста потребляемой воды и делался вывод о возможности сохранения таких темпов до конца XX века. Так, только за 20 лет (с 1950 г. по 1970 г.) забор свежей воды из источников и безвозвратное потребление ее возросли почти в 2,5 раза. Такие же темпы роста и тот же прогноз на будущее были отмечены в США и в целом на земном шаре (рис. 1.1).

Очевидная неравномерность в распределении водных ресурсов по отношению к размещению их потребителей в стране привела к мысли о крупномасштабном межзональном территориальном перераспределении речного стока. Можно заметить, что первые предложения возникли еще в прошлом столетии и активно выдвигались в 50-х годах нашего века (с идеей создания транспортных систем и развития гидроэнергетики). Известен ряд предложений, о них будет сказано ниже, различных авторов по осуществлению переброс ок: А. С. Березнер, Н. Н. Ботвинкин, Д. Д. Букинич, М. М. Давыдов, Я. Г. Демченко, В. С. Елецкий, И. А. Герарди, Л. В. Дунин-Барковский, А. Н. Еремеев, В. И. Зерюков, В. И. Киктенко, З. О. Кирилец, Г. Г. Гангардт, В. С. Замахаев, М. М. Лапшин, А. А. Миллер, В. А. Монастырев, В. Л. Ронин, Г. Л. Саруханов, С. Г. Хачатуров, Л. Н. Хренов, А. Н. Чемин, Ш. Ч. Чокин, Н. Н. Яковлев и др.

Порой казалось, что все варианты решения проблемы исчерпаны и можно остановиться на каком-либо одном, наиболее эффективном. При этом проблема в целом неоднократно рассматривалась высшими административными и политическими органами страны по предложениям таких высококвалифицированных научных форумов, как, например, Общее собрание Академии наук СССР, которое уже в 1932 г. пришло к единому мнению о необходимости безотлагательной переброски стока северных рек в бассейн Волги. Тем не менее, в течение долгого времени проблема не получила практической реализации, неоднократно отодвигалась*.

Решение проблемы территориального перераспределения речного стока в целях водообеспечения народного хозяйства началось лишь в последние два десятилетия, и, к сожалению, с проектных работ (рис. 1.2 и 1.3). Организациями Минводхоза СССР совместно с Минэнерго СССР были выполнены предпроектные про-

---

* В 1982 г. Госэкспертизой и Коллегией Госплана СССР, Президиумом Совета Министров СССР приняты решения о целесообразности подачи в Волгу ~6 км³/год воды из бассейнов Онеги и Верхней Сухоны с одновременным строительством канала Волга — Дон для подачи 5—6 км³/год волжской воды в Дон для развития орошения на Северном Кавказе. Проект составляется «Союзгипроводохозом».

Изменение водопотребления в целом на земном шаре (а), в СССР и США (б)

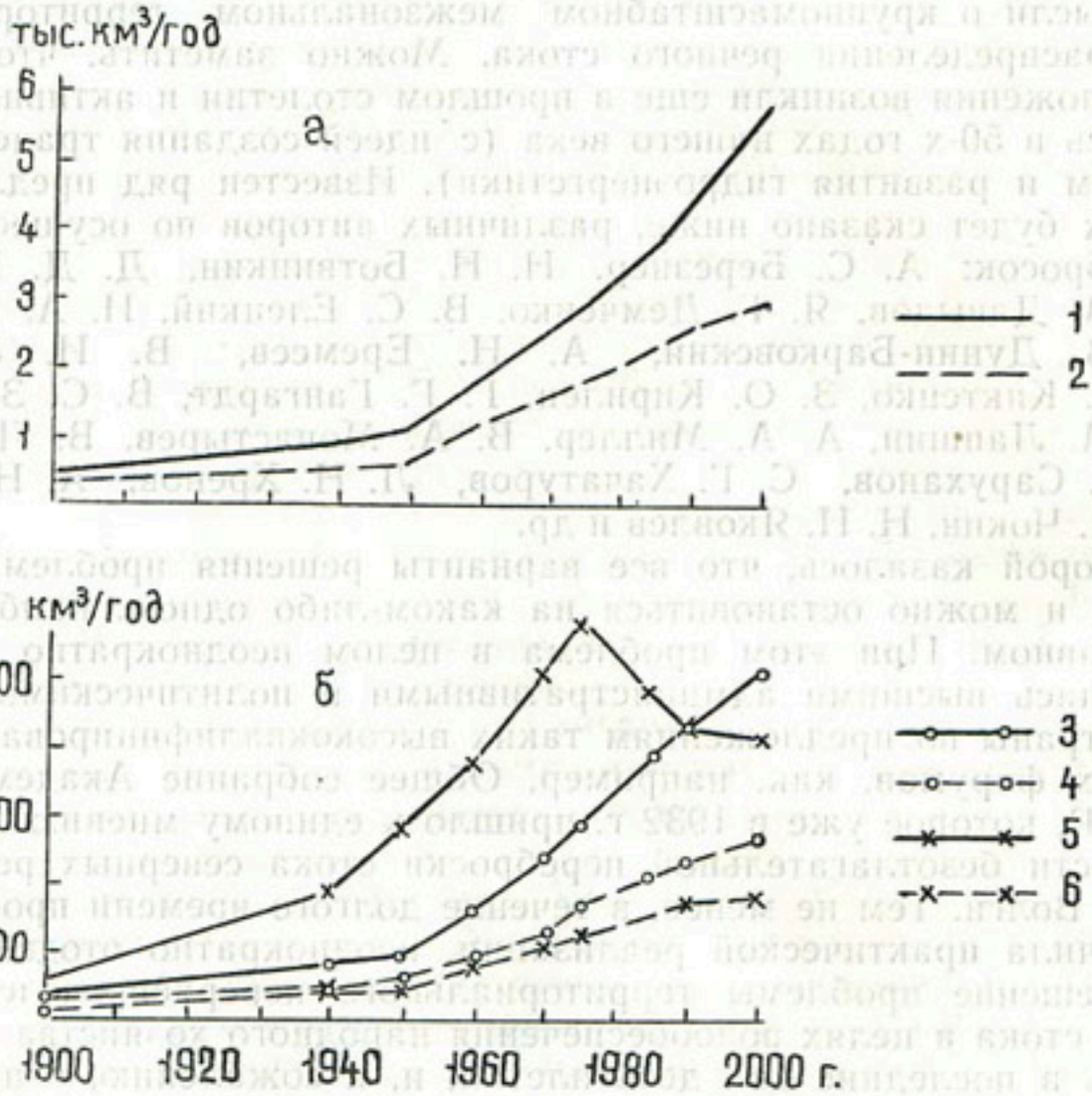


Рис. 1.1

1,2 – соответственно забор воды из источника и безвозвратное водопотребление на земном шаре.

3,4 – то же для СССР ; 5,6 – то же для США (во всех случаях до 1975 г. – фактические данные, далее – прогноз)

работки на стадиях «Схем», «ТЭДов», «Основных положений ТЭО», «ТЭО», которые определили принципиальные схемы переброски и главные технические решения.

Исследованиями по проблеме водообеспечения Средней Азии и Южного Казахстана на перспективу до 2000 г. начали заниматься по южной зоне Срединного региона при составлении Генеральных схем комплексного использования водных ресурсов бассейнов Амударьи (1967 г.), Сырдарьи (1968 г.), бассейна Аральского моря (1972 г.) и Генеральных схем комплексного использования и охраны водных ресурсов среднеазиатских республик и Казахстана (А. А. Бостанджогло, Р. И. Бахтияров, М. Е. Бейлинсон, Л. С. Литвак, Е. М. Николаев, Б. П. Ерофеев, К. А. Ракитин, Г. Н. Серебренникова, И. Т. Смольянинов. И. М. Рухалис и др.). Предварительные результаты исследований тех лет, которые представляли большой научный и практический интерес, были доложены и обсуждены на различного рода совещаниях. Основные позиции схем были одобрены Госэкспертизой Госплана СССР. Исследования тех лет показали, что собственные водные ресурсы главных среднеазиатских рек будут исчерпаны к 1985—1995 гг., при этом орошаемая площадь в бассейне Аральского моря достигнет 8,5—9 млн. га и дальнейший прирост поливных земель в этом регионе возможен при осуществлении переброски части стока из Сибири в объеме 20—30 км^3 в год к концу века.

Научными исследованиями по проблеме территориального перераспределения водных ресурсов в ИВП АН СССР начали заниматься в девятой пятилетке при выполнении задания 0.01.327 ГКНТ СССР по разработке методов оптимального регулирования стока водохозяйственными системами и научным основам территориального перераспределения стока, обеспечивающим удовлетворение потребностей народного хозяйства с учетом требований охраны окружающей природной среды. В разработке участвовало 45 институтов-соисполнителей. В этой работе головной организацией ИВП АН СССР (А. А. Бостанджогло) совместно с ИГ АН СССР (С. Л. Вендров, Н. Т. Кузнецов) и Гидропроектом (В. С. Замахаев, И. И. Мечитов) были подтверждены выводы предыдущих работ среднеазиатских организаций по объемам и срокам намечаемых перебросок стока и получены количественные оценки намечаемого водоперераспределения в ЕТС и Срединном регионе.

На основе решений XXV съезда КПСС и Постановления Совета Министров СССР № 870 от 21/X, в 1976 г. по заданию ГКНТ СССР и Президиума АН СССР в Институте водных проблем АН СССР под руководством Г. В. Воропаева была составлена комплексная программа научных исследований, состоящая из 22 разделов. В исследованиях по территориальному перераспределению водных ресурсов, с учетом влияния этого перераспределения на экологические, физико-географические и социально-экономические процессы, участвовали многие институты страны, всего более 120

организаций. Это была качественно новая программа, координируемая ГКНТ СССР. Головная роль была отведена ИВП АН СССР. Таким образом, научные организации приступили к систематическим исследованиям только тогда, когда основные проектные решения в значительной мере были предопределены. В связи с этим, программа ГКНТ ориентирована в основном на прогнозирование влияния намечаемых проектными организациями мероприятий по изъятию части стока из северных районов страны на окружающую среду, особенно на оценку экологических последствий перераспределения водных ресурсов. ИВП АН СССР, являясь головной организацией по проблеме в целом, одновременно осуществляет функции головного института по ряду тем.

Для того, чтобы исследования по проблеме проводились целенаправленно, в начале 1976 г. в Институте водных проблем АН СССР составлена первая редакция работы «Принципиальные положения и варианты территориального перераспределения водных ресурсов, включая переброски речного стока северного склона на юг и Черноморских вод в Каспийское море» (научный руководитель Г. В. Воропаев, ответственный исполнитель А. А. Бостанджогло), которая была разослана институтам-соисполнителям, заинтересованным министерствам и ведомствам, ведущим ученым и специалистам страны. В ответ было получено большое количество замечаний, пожеланий и предложений от более 70 организаций и лиц. Однако, принципиальных возражений важнейшие положения не встретили.

В 1977 г. была выпущена вторая редакция книги с целью наиболее полно отразить общие интересы участников работы по проблеме.

ИВП АН СССР провел более 80 научно-координационных совещаний, которые созывались для решения главнейших вопросов исследований по перераспределению водных ресурсов и влиянию перераспределения на окружающую среду.

Важной вехой в постановке исследований было проведенное в Москве междуведомственное научно-техническое совещание по вопросам выполнения заданий проблемы 0.85.06 и первоочередных работ по переброске стока в Европейской и Азиатской частях Союза. Протокол этого совещания 14 июня 1977 г. был утвержден Заместителем Министра мелиорации и водного хозяйства СССР и Вице-президентом Академии наук СССР. Госкомитет СССР по науке и технике предложил всем организациям страны, участвующим в разработке проблемы, руководствоваться при выполнении научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ по первоочередным объектам переброски данными по трассам и объемам перераспределения, приведенным в протоколе. Большую роль в проведении исследований сыграла Ташкентская конференция «Проблемы переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию, Казахстан в свете решений XXV съезда КПСС», 1978 г.,

определившая стратегию проведения научно-исследовательских и проектных работ по Азиатской переброске.

В 1978 г. Центральный Комитет КПСС и Совет Министров СССР приняли Постановление от 21 декабря «О проведении научно-исследовательских и проектных работ по проблемам переброски части стока северных и сибирских рек в южные районы страны», обязав обеспечить завершение разработки:

— в 1979 г. ТЭО строительства первой очереди комплекса сооружений и объектов для переброски части стока северных рек в бассейн Волги;

— В 1980 г. ТЭО строительства первой очереди комплекса сооружений и объектов для переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан.

Возложив на:

— Всесоюзное проектно-изыскательское и научно-исследовательское объединение «Союзводпроект» Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР функции заказчика по выполнению проектно-изыскательских и прикладных научно-исследовательских работ по переброске части стока северных рек в бассейн реки Волги и сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан;

— Всесоюзный государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт «Союзгипроводхоз» Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР функции генерального проектировщика по разработке технико-экономических обоснований переброски (включая использование перебрасываемых вод) части стока северных и сибирских рек в южные районы страны и технических проектов на строительство комплекса сооружений и объектов, необходимых для переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан, а также технических проектов на использование перебрасываемых вод северных и сибирских рек;

— Всесоюзный государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт «Гидропроект» имени С. Я. Жука Министерства энергетики и электрификации СССР функции генерального проектировщика по разработке технического проекта на строительство комплекса сооружений и объектов, необходимых для переброски части стока северных рек в бассейн реки Волги;

— Институт водных проблем Академии наук СССР функции головной организации по комплексным исследованиям для обоснования объемов и очередности работ, связанных с переброской части стока северных рек в бассейн реки Волги и сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан.

В 1979 г. Институт водных проблем провел в г. Суздале научное совещание, которое подвело итоги работы 121 института страны, участвующих в научной разработке проблемы. В итоге был выпущен научный отчет по теме «Разработать и представить в Минводхоз СССР и Академию наук СССР обобщенные данные по прогнозам вероятных изменений природно-климатических эко-

логических и др. условий в связи с первой очередью переброски части стока северных и сибирских рек в Среднюю Азию, Казахстан и в бассейн реки Волги в объеме 25—60 км³/год, а также рекомендации по максимальному предотвращению отрицательных воздействий перебросок стока на окружающую среду» (задание 04.01.Н.1. проблемы 0.85.06).

В результате коллективного труда 121 института впервые были разработаны и научно обоснованы единые позиции и сформулированы выводы, которые по Срединному региону сводятся к следующему.

Пригодные для орошения земельные ресурсы в бассейне Аральского моря составляют более 50 млн. га, а водными ресурсами рек этого бассейна, которые практически будут исчерпаны к 1995 г., может быть орошено с 90% обеспеченностью только 8—8,5 млн. га земель при условии полного многолетнего регулирования стока рек Амударьи и Сырдарьи (при $\alpha=90\%$) и комплексной реконструкции старых оросительных систем на площади 4,1 млн. га. Дальнейшее развитие народного хозяйства. Средней Азии вынуждено базироваться на привлеченном из р. Оби стоке, для первой очереди в объеме 25 км³. Изъятие воды из Нижней Оби в таком объеме не вызовет крупнорегиональных, а тем более, глобальных изменений природы; локальные изменения, частично негативного характера, могут быть предотвращены или компенсированы. Более глубокие благоприятные изменения произойдут в зоне распределения воды — на Урале, в Казахстане и в Средней Азии. Исследования последующей очереди переброски стока должны сочетаться с проблемой осуществления Единой водохозяйственной системы страны (ЕВХСС) при обязательной связи Обь-Иртышского бассейна с Енисейским бассейном.

В исследованиях от АН СССР приняли участие Институты: географии, озероведения, биологии внутренних вод, агрохимии и почвоведения, а также ряд институтов Госкомгидромета СССР, Минводхоза СССР, Минэнерго СССР, Мингео СССР, Минрыбхоза СССР, некоторых других министерств и ведомств, а также Академии наук союзных республик и Сибирского отделения АН СССР. Исследования 1976—1980 гг. проводились по плану важнейших народнохозяйственных проблем на основе комплексной программы, координуремой ГКНТ СССР, и продолжены в XI пятилетке 1981—1985 гг. Ниже приводятся данные Научного Совета по проблеме перераспределения водных ресурсов Сибири СО АН СССР (О. Ф. Васильев) об общем числе участников в разработке проблемы 0.85.06 ГКНТ.

	X пятилетка	XI пятилетка
Общее число организаций	187	215
Число институтов АН СССР и союзных республик	16	44
Число институтов СО АН СССР	4	6

Проектные материалы не содержали вариантов решения проблемы водообеспечения альтернативных переброске. Не входили эти вопросы в программу исследований ГКНТ. В то же время в АН СССР проблема водообеспечения с самого начала рассматривалась, как составная часть общей проблемы рационального природопользования.

В соответствии с решением Президиума АН СССР в 1978 г. была создана комиссия под председательством академика Л. М. Бреховских для разработки долговременной комплексной програмы по проблеме водообеспечения и в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов. Эта программа опирается прежде всего на активное участие академических институтов и рассчитана на период до 1990 г. В ней намечено выполнить комплекс фундаментальных исследований для развития теории и методов прогнозирования природных и социальных процессов в связи с управлением водами суши, дать научно обоснованную оценку перспективы потребления обществом воды и всех возможных путей водообеспечения, оценить влияние последних на окружающую среду, экосистемы и социально-экономические процессы, обосновать долговременную стратегию управления водами суши и первоочередные мероприятия до конца века. На 1981—1985 гг. во вновь сформированную программу ГКНТ по этой же проблеме включена значительная часть основных вопросов из программы АН СССР. По предложению вице-президента АН СССР академика В. А. Котельникова сформирован академический блок программ, поэтому число институтов АН СССР и союзных республик, участвующих в разработке проблемы, возросло почти в три раза. Правда участие институтов СО АН СССР, несмотря на принятое 23 мая 1978 г. специальное Постановление (№ 177) Президиума СО АН СССР о проведении институтами СО АН СССР фундаментальных научно-исследовательских работ по обоснованию территориального перераспределения части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан, незначительно.

Институты Сибирского отделения участвуют лишь в отдельных разделах 7 тем, как правило, небольших (Институт гидродинамики, Институт геологии и геофизики, Институт географии Сибири и Дальнего Востока, Институт почвоведения и агрохимии и Центральный сибирский ботанический сад). Исключением является Институт экономики и организации промышленного производства, который определен головным по разработке научных основ программы комплексного развития народного хозяйства Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов.

Институты Академии наук союзных республик, а также Среднеазиатские, Казахские и республиканские водохозяйственные организации в исследованиях по проблеме переброски части стока сибирских рек участвуют, к сожалению, также еще недостаточно.

Исключение составляют СОПС АН УзССР, СОПС АН КазССР и Институт почвоведения АН КазССР.

Однако, выполненные ИВП АН СССР вместе со 120 институтами научные исследования по программе ГКНТ, позволили получить новые материалы и скорректировать проектные решения для Главного Сибаральского канала переброски (27,2 км^3/год) по следующим вопросам:

1. Оценка перспективных водных ресурсов, водопотребление и водные балансы. Прогноз водно-солевого баланса Аральского моря, рек Сырдарьи и Амударьи.

2. Прогноз влияния переброски речного стока на климат и природные условия в районах изъятия речного стока, транспорта и использования водных ресурсов.

Остались недовыполненными исследования по социально-экономической оценке переброски речного стока, т. к. привлечь специализированные институты этого профиля своевременно, к сожалению, не удавалось. С 1982 г. возглавил эту важнейшую работу Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения АН СССР (ИЭиОПП СО АН СССР), который под руководством академика А. Г. Аганбегяна и Р. И. Шнипера составил проспект Комплексной программы, поскольку результаты исследований X пятилетки, проведенные ИВП АН СССР, Союзгипроводхозом, СОПС АН УзССР, СОПС АН КазССР и др., показали, что из многих возникающих проблем основной научной задачей XI пятилетки должна быть социально-экономическая оценка переброски, так как эта проблема еще изучена не до конца.

В связи с изложенным, 20—21 апреля 1982 г. в ИВП АН СССР состоялось Всесоюзное совещание по рассмотрению комплексной программы экономического и социального развития Срединного региона в связи с территориальным перераспределением. Материалы этого Совещания опубликованы в 1983 г. и разосланы всем заинтересованным организациям.

В январе 1983 г. в г. Ташкенте состоялось Региональное совещание по рассмотрению проспекта доклада «Научные основы программы коплексного развития народного хозяйства Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов» (аннотированный проспект — 255 стр. текста), подготовленного ИЭиОПП СО АН СССР.

В результате обсуждения и дискуссий по проспекту Доклада было отмечено, что ИЭиОПП СО АН СССР проделана большая работа по подготовке проспекта Доклада. Методологические и методические подходы, изложенные в проспекте Доклада могут быть приняты за основу будущего окончательного варианта Доклада, разрабатываемого с участием всех соисполнителей. Наряду с этим, в проспекте Доклада не получили отражение: результаты многолетней работы, проделанной ИВП АН СССР совместно со 120-ю научно-исследовательскими и проектными организациями

страны; составленное «Союзгипроводхозом» ТЭО первой очереди переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан, практически полное исчерпание собственных водных ресурсов бассейна Аральского моря до 1995 г.; что нарастающий дефицит водных ресурсов становится сдерживающим фактором дальнейшего освоения новых поливных земель и развития производительных сил юга Срединного региона и дальнейшего опустынивания Приаралья. Не полностью отражены Решения XXV и XXVI съездов КПСС, ряд директивных документов и рекомендации нескольких совещаний по переброске стока.

Поэтому Совещание приняло решение включить в проспект Доклада специальный раздел, отражающий результаты научно-исследовательских и проектных проработок по 1 очереди переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан и во всех главах Доклада выделить социально-экономическое обоснование осуществления первой очереди переброски. Одновременно должна быть разработана стратегия дальнейшего наращивания объемов перераспределения водных ресурсов и связанных с этим проблем развития важнейших отраслей, и в целом производительных сил Срединного региона.

При проведении исследований следует обратить внимание на то, что СОПС при Госплане СССР (В. П. Можин, Э. Б. Алаев, Г. В. Копанев) приступил к разработке прогноза социально-экономического развития Средней Азии и Южного Казахстана и социально-экономического развития Приаралья на уровне 2000—2020 гг. с учетом предотвращения нежелательных последствий антропогенного опустынивания. Поэтому необходимо увязать программу и методику этого исследования с программой и методикой указанного выше Доклада, разрабатываемого под руководством А. Г. Аганбегяна и Р. И. Шнипера при участии среднеазиатских и казахских институтов, поскольку обе эти очень важные работы тесно связаны между собой.

Фундаментальные исследования и проектные проработки, выполненные в последние годы, показывают, что развитие АПК в Средней Азии и на юге Казахстана весьма эффективно и перспективно. Темпы его развития находятся в прямой зависимости от обеспеченности водными ресурсами. Дальнейшее развитие орошаемого земледелия за счет имеющихся водных ресурсов будет незначительным. По всем имеющимся разработкам исчерпание водных ресурсов в бассейне Аральского моря наступит, в зависимости от темпов развития орошаемого земледелия, к 1990—1995 гг. При сохраненнии темпов развития орошения в республиках Средней Азии и Казахстана, достигнутых за последние пятилетки, и учете темпов, заложенных в Продовольственной программе, исчерпание располагаемых к использованию гарантированных водных ресурсов бассейна Аральского моря может наступить в первые годы 90-х годов. В дальнейшем их надо пополнять.

Таким образом, для решения социальных задач при использовании трудовых ресурсов при сложившихся пропорциях АПК необходимо увеличение водных ресурсов к концу века в Средней Азии приблизительно на 10 км³ в год. Поэтому Союзгипроводхоз в ТЭО запроектировал осуществить подачу сибирской воды в объеме первой очереди в бассейны Сырдарьи и Амударьи к 1995 г., а к 1990 г. освоить пусковой комплекс с подачей воды в области РСФСР, Казахстана и низовья Сырдарьи.

ИВП АН СССР, учитывая реальные потребности времени на проектные и строительные работы, которые могут быть закончены в конце века, посчитал необходимым составить водохозяйственные балансы, рассматривая полное использование всех возможных ресурсов рек бассейна Аральского моря (при сниженных оросительных нормах нетто, разработанных в Средазгипроводхлопке при составлении Схемы Сырдарьи и в САНИИРИ В. А. Духовным) на уровне 2000 г. Работа эта передана в ИЭиОПП СО АН СССР и Средазгипроводхлопок, фрагменты ее приводятся авторами в главе 3.

На протяжении ряда лет научные учреждения среднеазиатских республик в содружестве с плановыми органами среднеазиатских республик и Казахстана по общей программе СОПСа при Госплане СССР, под руководством В. П. Можина, плодотворно работают над перспективными схемами развития и размещения производительных сил среднеазиатских республик. Следует научным коллективам среднеазиатских республик и Казахстана поручить составление таких схем на отдаленную перспективу. Базой для подготовки научных задач по проблеме водообеспечения и управления водными ресурсами должны стать прогнозные показатели развития производительных сил народного хозяйства среднеазиатских республик и Казахстана на перспективу 2010—2030 гг., в увязке с общесоюзными показателями.

В основу вариантных проработок целесообразно положить научные гипотезы развития водопотребления и его водообеспечения. Гипотезы должны разрабатываться с учетом использования местных водных ресурсов Средней Азии и Казахстана (с учетом возможностей Афганистана), а также научно-технического прогресса в области водного хозяйства.

Повышение эффективности развития Срединного региона и усиления его роли в наращивании экономического потенциала страны ставит задачу определения отраслевой специализации в зоне влияния Сибирь-Аральского канала с учетом дефицита водных ресурсов, необходимости рационального использования воды и улучшения природопользования с учетом различных природно-климатических и экономических условий. Поскольку вновь созданный канал окажет существенное влияние на социально-экономическое развитие союзных республик и областей Срединного региона, необходимо рассмотреть важнейшие социально-экономические вопросы, связанные с реализацией проекта и долгосрочными пла-

нами развития союзных республик, так как строительство канала и его эксплуатация потребуют увязки мероприятий по управлению процессами, обеспечивающими высокую эффективность проекта.

Пространственный ареал Сибирь-Аральского канала распространяется на районы Западной Сибири, Урала, Казахстана и Средней Азии (рис. 1.4), находящиеся на значительном расстоянии от трассы, поскольку пришедшая в южные районы Срединного региона сибирская вода высвободит местный сток Сырдарьи и Амударьи в нижних частях бассейнов для использования его в верхних и средних частях (на территории Киргизии, Таджикистана, Узбекистана, Туркмении и Казахстана). Существенно важным является обоснование пространственного распространения влияния реализации проекта переброски для подготовки территорий, водохозяйственно связанных с Сибаральским каналом (бассейны Нарына, Карадарьи, Сырдарьи; Вахша, Пянджа, Зеравшана, Сурхандарьи, Теджена, Мургаба, Амударьи; Чу, Таласа и др., а также районов Ферганской долины, ЧАКИРа, АРТУРа, Каршинской, Джизакской, Голодной степей, Каракумского канала и др.) и организация его эффективной эксплуатации. Поэтому к разработке программы переброски необходимо привлечь отраслевые проектные и научно-исследовательские институты, имеющие свои интересы в зоне водохозяйственного влияния канала.

ТЭО переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана и материалы научных исследований по проблеме были рассмотрены ГКНТ, Минводхозом СССР, Академией наук СССР, Госкомгидрометом СССР, Правительствами РСФСР, Узбекистана, Казахстана, Туркмении, Таджикистана, Киргизии и Государственной экспертной комиссией Госплана СССР. Госпланом СССР в июне 1983 г. было одобрено заключение Госэкспертизы по ТЭО и рекомендовано Минводхозу СССР приступить к проектированию Главного канала переброски на объем 27,2 км^3 воды ежегодно. Президиум Совета Министров СССР обсудил эту проблему 31 января 1984 г. На этом заседании возник ряд вопросов, для решения которых было создано 7 экспертных групп, под руководством И. С. Шатилова, Д. Я. Ратковича (две группы), Ю. И. Боксермана, Ю. М. Андрианова, И. П. Айдарова и А. В. Михайлова, по работе которых ГЭК Госплана СССР 13 июня 1984 г. принял Постановление, основные выводы которого приведены в заключении книги. Политбюро ЦК КПСС 15 сентября 1983 г. и 23 мая 1984 г., рассматривая вопрос о долговременной программе мелиорации земель в СССР, по вопросам территориального перераспределения водных ресурсов приняло позитивные решения. Поэтому одобрение ТЭО Азиатской переброски и научных исследований по проблеме стало, как говорилось в предисловии, знаменательным завершением первого, важнейшего этапа работ по проблеме.

На втором, новом этапе работ предстоят исследования, намеченные программой ГКНТ и Постановлением Госэкспертизы Госплана СССР, в котором поручено Минводхозу СССР:

— разработать очередность ввода отдельных участков Главного канала переброски с тем, чтобы обеспечить подачу воды для части потребителей до завершения строительства в целом;

— доработать схему комплексного использования и охраны водных ресурсов Обь-Иртышского бассейна, отраслевых схем по бассейну Аральского моря с учетом рационального и экономного использования водных ресурсов;

— совместно с Минречфлотом СССР разработать предложения об организации судоходства по Сибаральскому каналу;

— подготовить с участием Минфина СССР, Минсельхоза СССР, Госкомцена СССР предложения о мероприятиях по введению платного водопользования;

— завершить до 2000 г. комплексную реконструкцию старых оросительных систем и обеспечить высокие показатели использования водных ресурсов в орошаемом земледелии.

Госэкспертизой установлено, что до 2000 г. будут полностью исчерпаны местные водные ресурсы районов Средней Азии и Южного Казахстана и дальнейшее развитие орошения в этом регионе будет невозможно. Переброска части стока рек Оби и Иртыша в объеме 27,2 км^3 в год не окажет влияния на климатические процессы и не вызовет существенных нарушений природных условий.

Принимая рекомендации о целесообразности ускорения проведения проектно-изыскательских работ по Сибаральскому каналу, Госэкспертиза учла, что только в процессе разработки проекта Главного канала можно будет окончательно уточнить отдельные технические параметры, этапы и сроки строительства. Это позволит обеспечить рациональное текущее и долгосрочное народнохозяйственное планирование всего комплекса объектов, связанных с использованием воды.

Как уже говорилось, в процессе поисков решения проблемы перераспределения водных ресурсов было рассмотрено более 60 трасс крупных переброс стока, которые в 1976 г. Г. В. Воропаевым были объединены в четыре основные группы вариантов, которые принципиально разными путями решают одни и те же задачи — водообеспечение народного хозяйства и водное благоустройство страны на перспективу (рис. 1.5, 1.6, 1.7, 1.8).

Первая группа вариантов (рис. 1.5) исходит из раздельного обеспечения потребностей в воде Европейской и Азиатской частей территории СССР. Дефицит в воде отдельных районов Европейской части страны покрывается в основном за счет речного стока северных рек бассейнов Карского и Белого морей, а также озер северо-запада РСФСР, перебрасываемого в Волгу. В решении Европейских водных проблем участвуют также переброски стока северо-западных рек в бассейн Днепра и вод Дуная в Днепр. Потребности в воде в Азиатской части страны, концентрирующей-

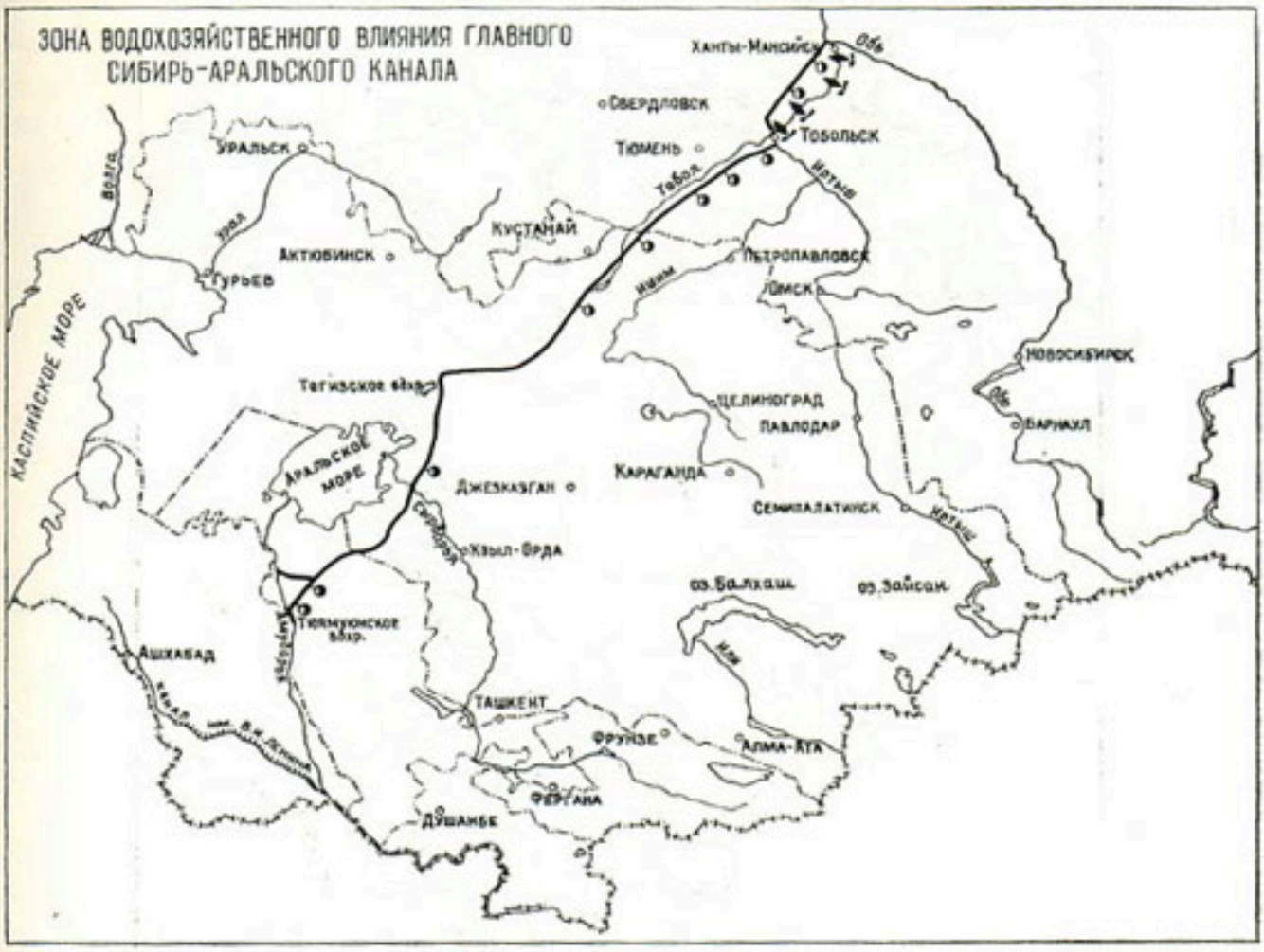


Рис. 1.4

ся в районах Западной Сибири, Зауралье, Средней Азии и Казахстана, покрываются за счет переброски части стока реки Оби, а затем, в случае необходимости, частично Енисея.

Вторая группа вариантов (рис. 1.6) исходит из совместного решения Европейских и Азиатских водных проблем. При этом в основе его лежит идея забора воды из Нижней Оби, переброски ее через Урал в бассейн Печоры и далее в Волгу. В Волгу подаются также и водные ресурсы некоторых других северных рек и озер Европейской части СССР. Водообеспечение основных потребителей — Средней Азии и Южного Казахстана, Среднего и Нижнего Поволжья. Северного Кавказа, Калмыкии и Ростовской области — осуществляется из р. Волги за счет вод, поданных в нее с севера. В решении водных проблем участвуют и другие локальные варианты переброски стока: Дуная в Днепр, Северо-Западных рек в Днепр и др.

Третья группа вариантов (рис. 1.7) в основе исходит из водообеспечения всех основных районов Азиатской и Европейской территории за счет стока реки Волги. Сокращающееся поступление воды в Каспийское море компенсируется переброской туда черноморских вод, при этом на северном Каспии путем устройства дамбы создается управляемый водо-солевой режим с бесшлюзовой связью между северным и центральным Каспием. Как

РАЗДЕЛЬНЫЕ ЕВРО-АЗИАТСКИЕ ВАРИАНТЫ ПЕРЕБРОСКИ РЕЧНОГО СТОКА

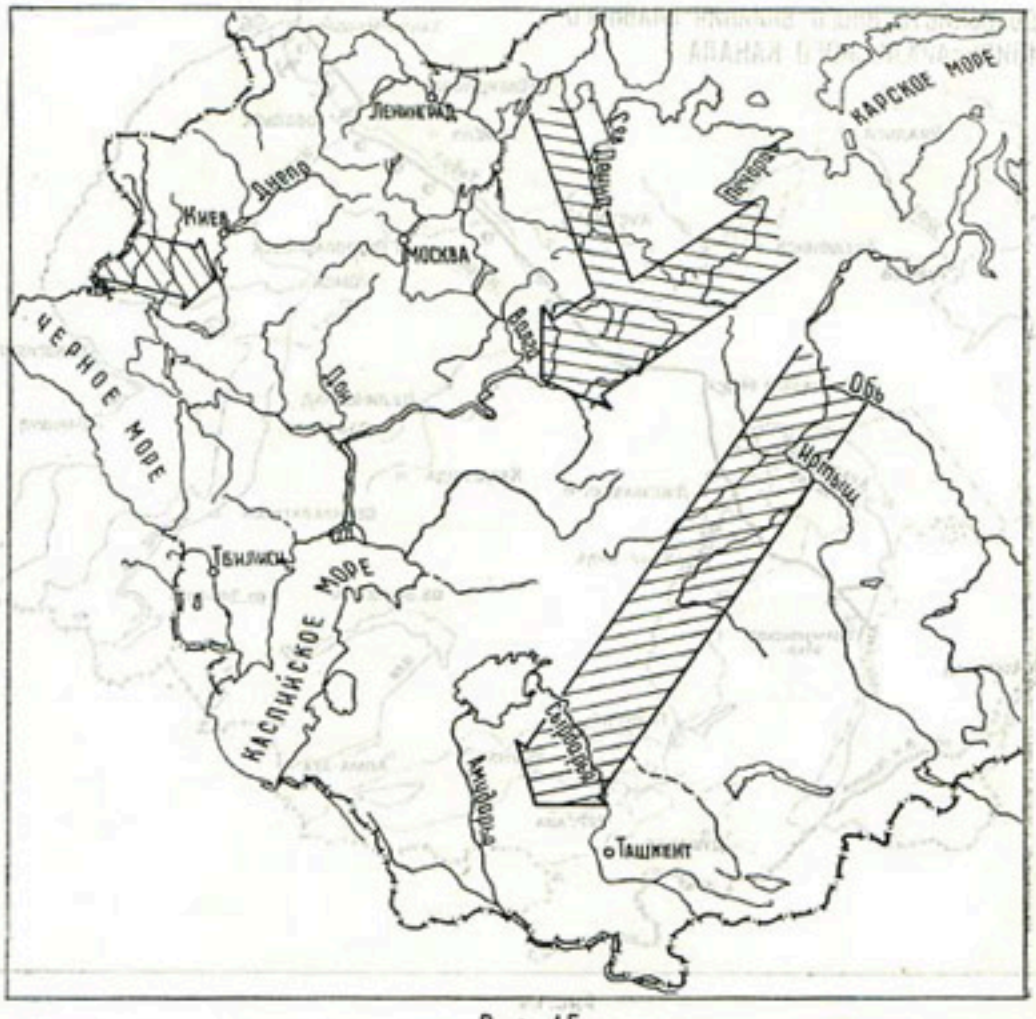


Рис. 15

ОБЪЕДИНЕННЫЕ ЕВРО-АЗИАТСКИЕ ВАРИАНТЫ ПЕРЕБРОСКИ РЕЧНОГО СТОКА

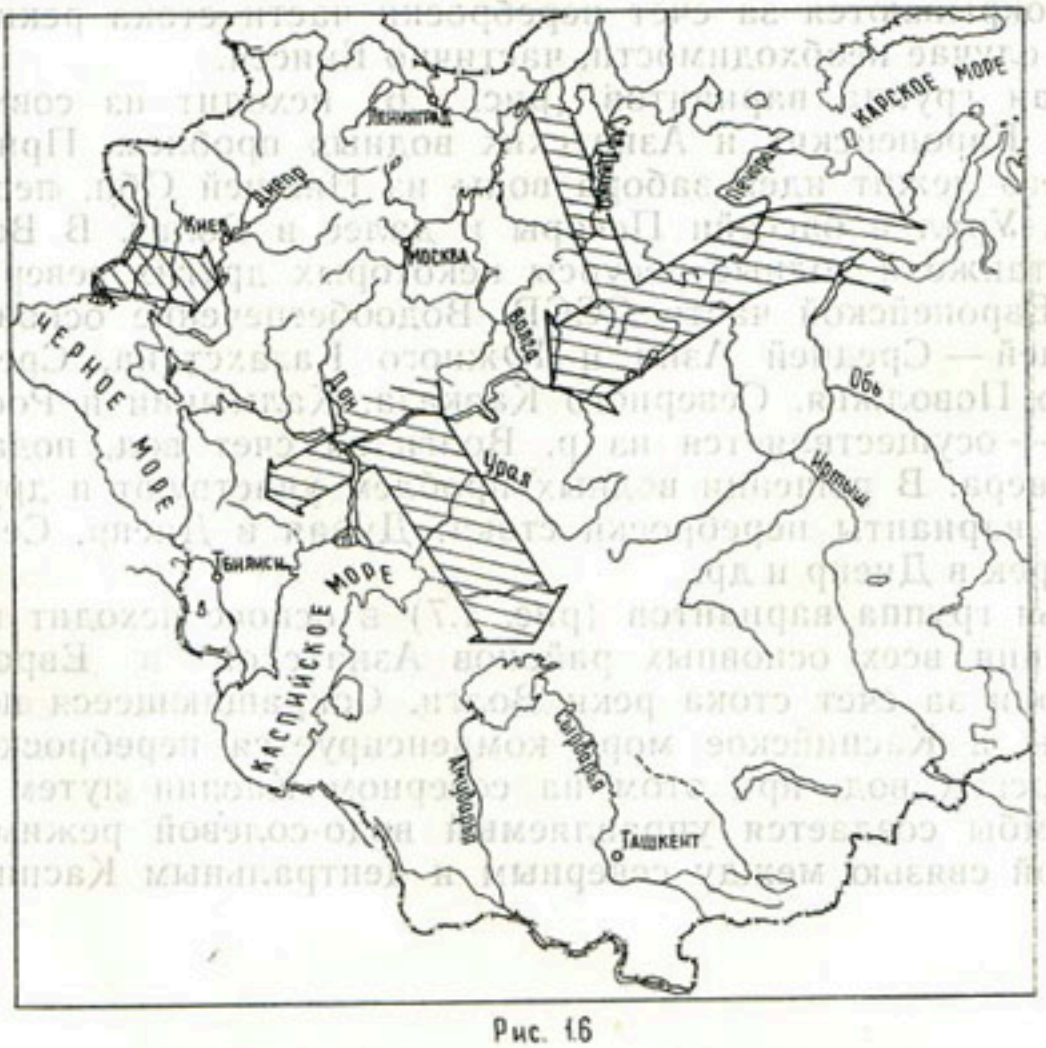


Рис. 16

ЧЕРНОМОРО-КАСПИЙСКИЙ И ВОЛЖСКИЙ ВАРИАНТ ПЕРЕБРОСКИ РЕЧНОГО СТОКА

Рис. 1.7

ЕДИНАЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННАЯ СИСТЕМА СТРАНЫ

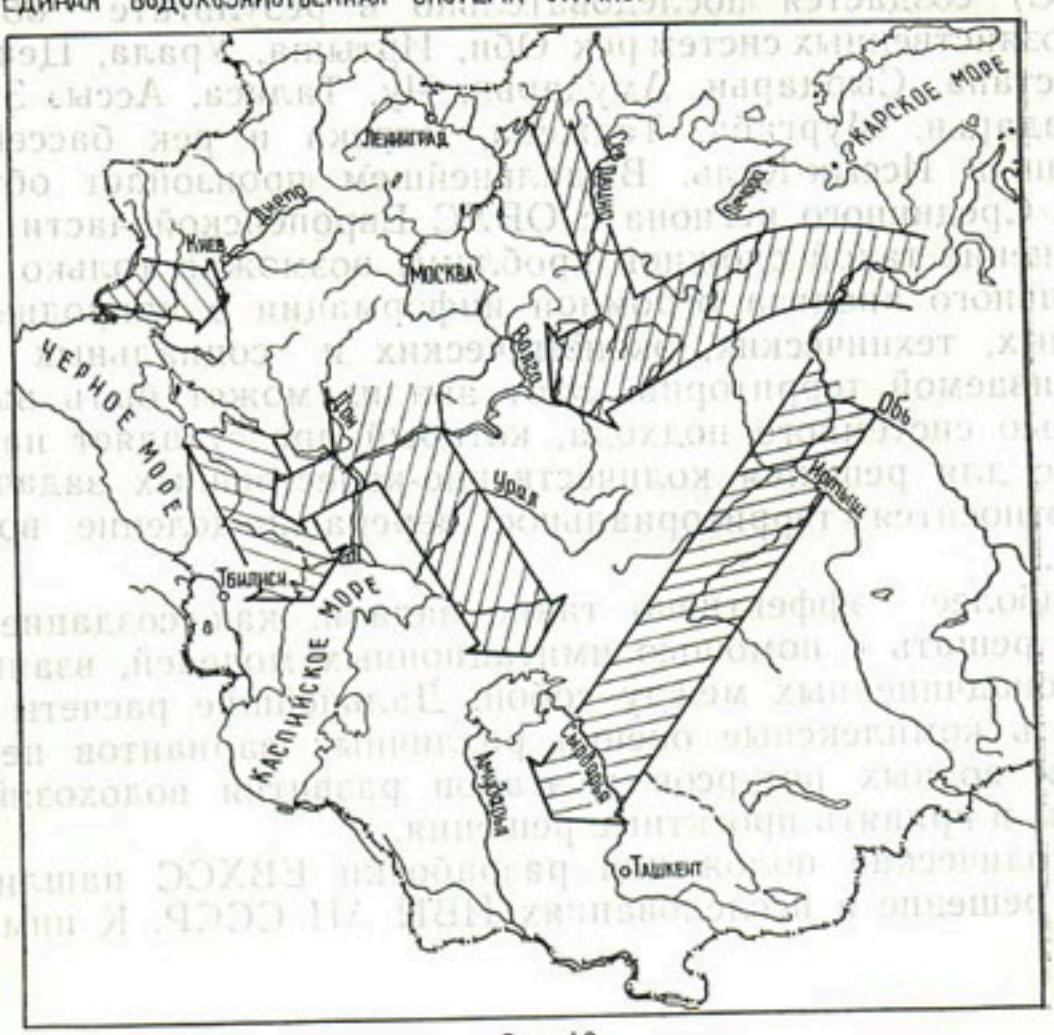


Рис. 1.8

ЧЕРНОМОРО-КАСПИЙСКИЙ И ВОЛЖСКИЙ ВАРИАНТ ПЕРЕБРОСКИ РЕЧНОГО СТОКА

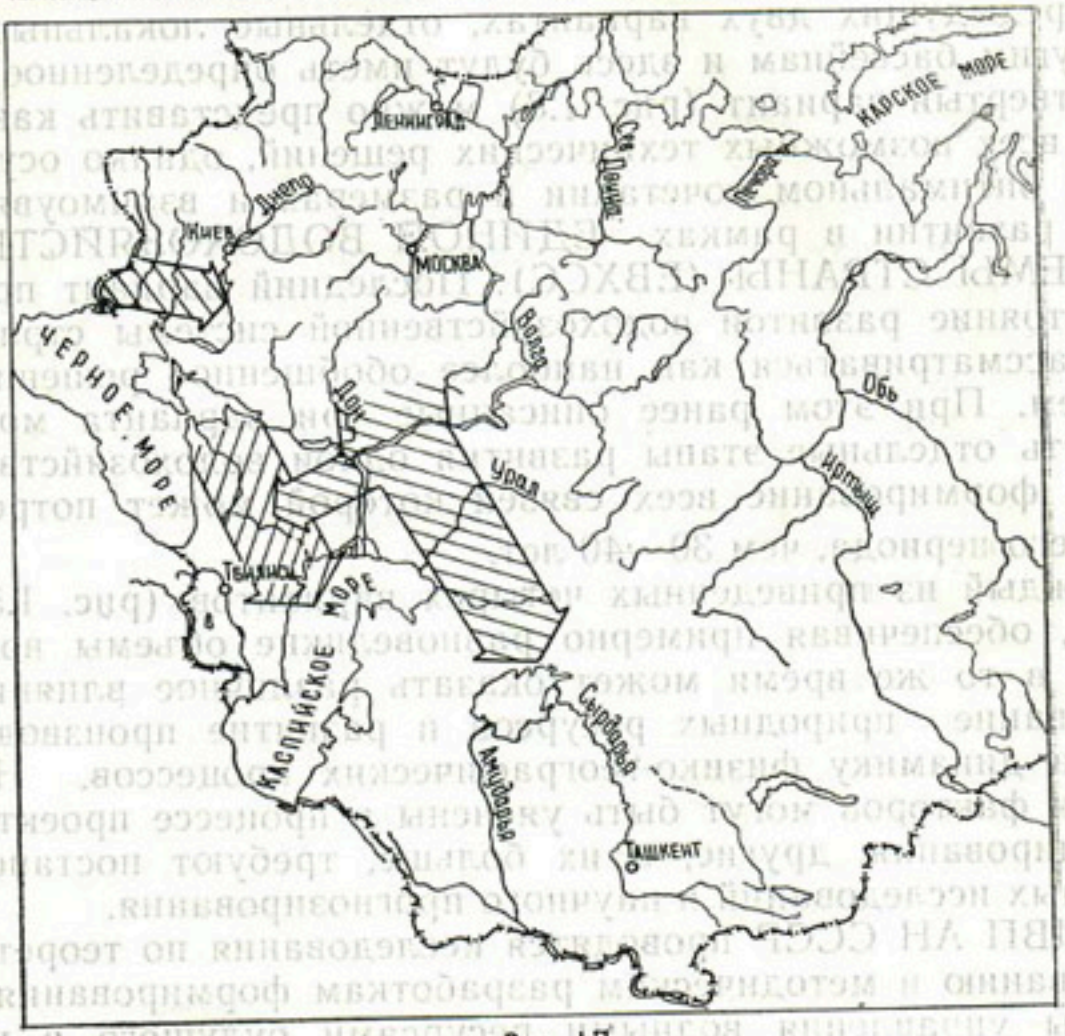


Рис. 1.7

ЕДИНАЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННАЯ СИСТЕМА СТРАНЫ

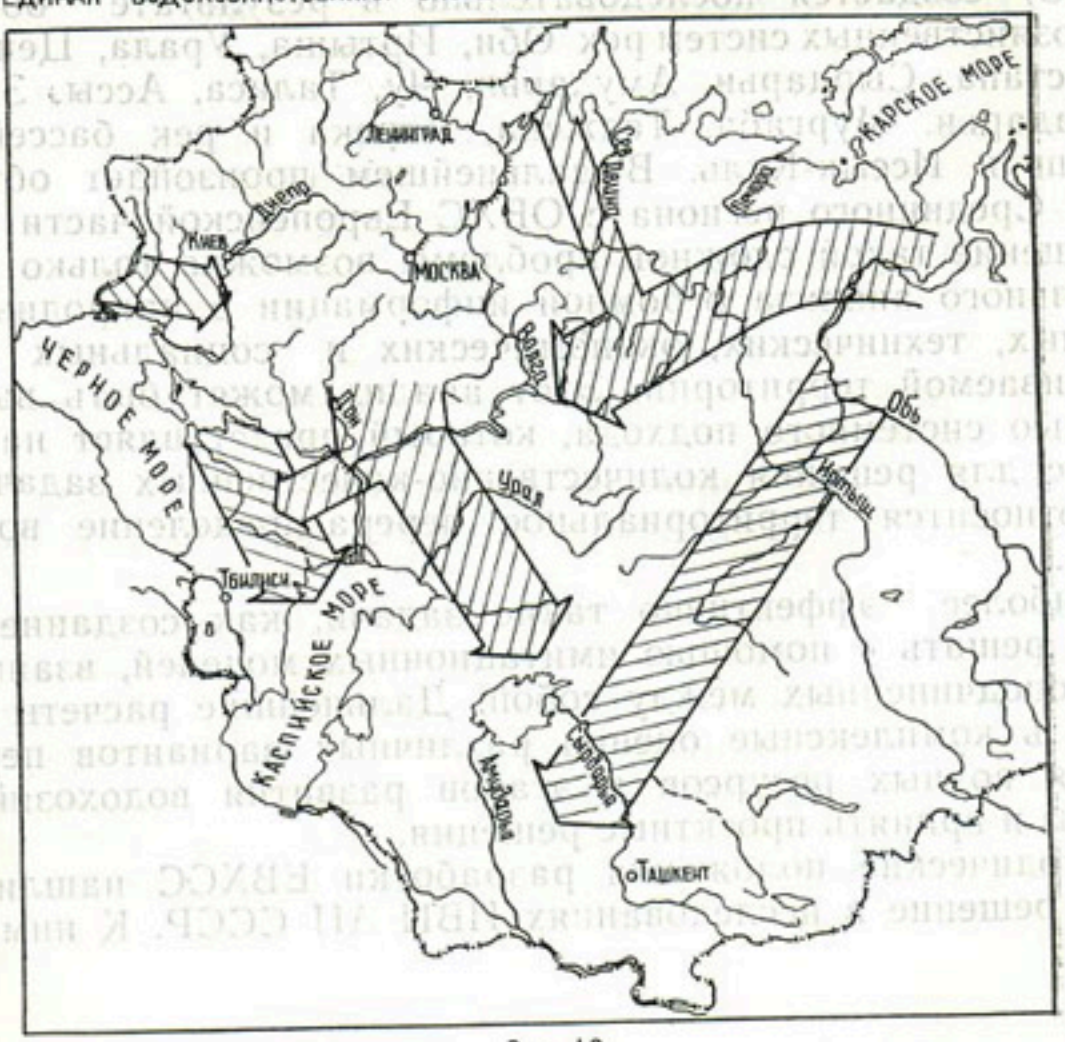


Рис. 1.8

и в предыдущих двух вариантах, отдельные локальные решения по другим бассейнам и здесь будут иметь определенное значение.

Четвертый вариант (рис. 1.8) можно представить как совокупность всех возможных технических решений, однако осуществленных в оптимальном сочетании и размерах и взаимоувязанных в своем развитии в рамках ЕДИНОЙ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ СТРАНЫ (ЕВХСС). Последний вариант представляет состояние развитой водохозяйственной системы страны и может рассматриваться как наиболее обобщенное решение водных проблем. При этом ранее описанные три варианта могут представлять отдельные этапы развития одной водохозяйственной системы, формирование всех связей которой может потребовать и большего периода, чем 30—40 лет.

Каждый из приведенных четырех вариантов (рис. 1.5, 1.6, 1.7 и 1.8), обеспечивая примерно равновеликие объемы водопотребления, в то же время может оказать различное влияние на использование природных ресурсов и развитие производительных сил, на динамику физико-географических процессов. Некоторые из этих факторов могут быть уяснены в процессе проектирования и планирования, другие, а их больше, требуют постановки специальных исследований и научного прогнозирования.

В ИВП АН СССР проводятся исследования по теоретическому обоснованию и методическим разработкам формирования ЕВХСС, системы управления водными ресурсами будущего в целом по Советскому Союзу (подробно изложено в следующей главе).

Объединенная водохозяйственная система Срединного региона (ОВХС) создается последовательно в результате объединения водохозяйственных систем рек Оби, Иртыша, Урала, Центрального Казахстана, Сырдарьи, Амударьи, Чу, Таласа, Ассы, Зеравшана, Кашкадарьи, Мургаба, Теджена, Атрека и рек бассейнов озер Балхаш и Иссык-Куль. В дальнейшем произойдет объединение ОВХС Срединного региона с ОВХС Европейской части СССР.

Решение такой сложной проблемы возможно только на основе тщательного анализа огромной информации о природных, хозяйственных, технических, экономических и социальных условиях затрагиваемой территории. Этот анализ может быть выполнен с помощью системного подхода, который представляет наибольший интерес для решения количественно-качественных задач, к которым относится территориальное перераспределение водных ресурсов.

Наиболее эффективно такие задачи, как создание ЕВХСС, можно решать с помощью имитационных моделей, взаимоувязанных, соподчиненных между собой. Дальнейшие расчеты позволят получить комплексные оценки различных вариантов перераспределения водных ресурсов и этапов развития водохозяйственной системы и принять проектные решения.

Методические положения разработки ЕВХСС нашли практическое решение в исследованиях ИВП АН СССР. К ним относят-

ся: специально выполненное водохозяйственное районирование территории СССР, затрагиваемой переброской стока; определение местоположения узлов управления ЕВХСС, являющихся основными рычагами водохозяйственного и гидравлического управления в пределах речных бассейнов и между ними; исследование вопросов информационного обеспечения математических моделей; формализация ОВХС Срединного региона. Апробация этой системы, на примере бассейнов Аральского моря — Амударьи и Сырдарьи, проведена в 1980—1983 гг., а результаты работы внедрены в производство в Институте «Средазгипроводхлопок». Алгоритм функционирования ОВХС Срединного региона внедрен в «Союзгипроводхозе» в 1984 г.

Опыт проектно-изыскательских работ и водохозяйственного строительства показывает, что чем крупнее объект, тем сложнее его взаимосвязи с окружающей средой, экономикой и социальными процессами и тем более недостаточными для принятия решений оказываются социально-экономические показатели, используемые при проектировании. Возникает необходимость постановки специальных исследований по прогнозированию развития природных и социально-экономических процессов в связи с развитием водохозяйственного строительства. Подобные исследования позволят получить как качественные, так и количественные прогнозные оценки таких процессов; часть из этих оценок может быть экономически измерена в показателях, аналогичных проектным и использована вместе с ними. Некоторые оценки развития отдельных процессов, по-видимому, при современном уровне знаний невозможно перевести в экономические показатели, но учитываться при принятии решений они обязательно должны.

На последующих стадиях проектирования первой и дальнейших очередей переброс части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан проектные проработки и научные исследования по вопросам взаимодействия новой природно-технической системы с окружающей средой должны быть углублены и привязаны к конкретным участкам системы. Среди общих вопросов, нуждающихся в дополнительных исследованиях, следует указать на следующие:

Одной из важнейших проблем, которые ставит перед человечеством научно-технический прогресс является проблема «чистой воды». По оценкам ученых, буквально через несколько десятилетий чистая пресная вода станет ресурсом номер один. И если совсем недавно это проблема понималась довольно узко, т. е. имелось в виду лишь обеспечение городов питьевой и производственной водой, то сейчас она рассматривается необычайно широко. Это и сохранение рек, озер, морей и океанов, это и сокращение потребления воды за счет внедрения и создания новых технологий и экономии воды. На современном этапе уже достигнуто понимание того, что проблема качества воды есть комплексная проблема. Вода — это не только химический элемент, а сложная

физическая, биохимическая и экологическая система, гомеостатическое равновесие которой поддерживается огромным числом хрупких механизмов и которое мы нередко нарушаем. Можно уже сейчас привести немало примеров, когда казалось бы очевидные выгодные решения приводили к совсем не тем последствиям, которые интуитивно предсказывались и ожидались. Все это вынудило обратить особое внимание при переброске части стока сибирских рек в бассейн Аральского моря на вопросы качества и охраны вод. К ним относятся: создание аппарата для моделирования и управления качеством вод, создание научно-обоснованного прогнозирования качества воды в водных объектах системы переброски, определение размеров водоохранных мероприятий, нейтрализующих возможные негативные последствия переброски. Этот вопрос подробно рассмотрен в главе 5.

Уточнения требуют прогнозы непродуктивных потерь воды по трассе главного канала переброски на фильтрацию и испарение.

Наиболее полный учет масштаба работ, сопутствующих переброске стока в Срединном регионе, даже в объемах первой очереди, связан с решением всего комплекса работ по водообеспечению Западной Сибири. В существующих проектных и исследовательских работах они частично решаются, но лишь в той мере, в какой связаны с районами, тяготеющими к трассам переброски. Между тем, весь комплекс водохозяйственных проблем Западной Сибири, в том числе и мероприятия, непосредственно с переброской не связанные и относящиеся не только к качеству воды, необходимо осветить достаточно детально одновременно со следующей стадией проектирования первой очереди переброски, с тем, чтобы создать полную ясность в объеме, стоимости и очередности работ, которые должны вестись параллельно, а частично, опережать подготовительные работы по переброске.

Одна из особенностей проекта переброски первой очереди заключается в том, что с позиций природно-хозяйственных и экологических интересов нижнего течения и устьевой зоны Оби предпочтительнее было иметь переменную величину расхода воды в водозаборе, а не постоянную, как принято в ТЭО. Это, однако, не соответствует оптимальному решению пропускной способности главного канала и ограниченным возможностям в создании перерегулирующих емкостей на юге трассы, имея в виду, что увеличение Тегизского водохранилища сопровождалось бы увеличением потерь.

В связи с этим уместно подчеркнуть, что более рациональное решение в отношении режима Нижней Оби будет возможным лишь при решении вопросов второй очереди переброски из сибирских рек.

Исследования и проектирование второй очереди обязательно должны сочетаться с проблемой осуществления Единой водохозяйственной системы страны, в рамках которой Обь-Иртышский

бассейн будет связан с Енисейским бассейном в нижних течениях рек. Основанием к этому служат следующие соображения.

В последующей очереди переброски объем ее намечается увеличить еще на 30—35 км³ и довести до 60 км³ в год. Безусловно, изъятие из Оби еще 35 км³ будет сопровождаться рядом последствий неприемлемых с позиций водохозяйственных и природоохранных интересов Западной Сибири. Поэтому правильной следует считать для второй очереди идею переброски 35 км³ воды из Нижнего Енисея, а не дальнейшее регулирование стока Оби. Заметим, что по отношению к объему стока Енисея эта величина составляет около 6%. При этом отличный характер устьевой зоны Енисея по сравнению с устьевой зоной Оби, делает этот отъем менее весомым, чем для Оби. Общее же уменьшение притока пресных вод в Карское море на 60 км³ составит около 4%. В то же время, если отъем из Енисея будет осуществлен из Осиновского водохранилища, следует рассмотреть возможность пропускной способности канала в Обь такой, чтобы маневрировать расходами в Нижней Оби в интересах ее нижнего течения.

Приведенная схема, конечно, весьма условна. О ней сказано с тем, чтобы только указать на одно из желательных направлений дальнейших исследований, поскольку особенность будущей объединенной водохозяйственной системы, соединяющей оба бассейна и Среднюю Азию, будет связана с созданием Енисейского каскада ГЭС и, следовательно, с изменением энергетических мощностей и выработки электроэнергии.

В силу сказанного представляется целесообразным проблему водообеспечения страны и тесно с ней связанную проблему формирования ОВХС Срединного региона, а в конечном счете и ЕВХСС, решать в тесной взаимосвязи с институтами Москвы, Ленинграда, Сибири, Урала, Казахстана и республик Средней Азии.

В апреле 1982 г. в Москве было проведено совещание по вопросу выполнения заданий проблемы 0.85.06 плана ГКНТ «Разработать научно-технические основы территориального перераспределения водных ресурсов» в 1982—1985 годах, на котором представители секции наук о земле Президиума АН СССР, Союзгипроводхоза, Института водных проблем АН СССР, Сибирского Отделения АН СССР, Государственного Гидрологического Института приняли решение, которое было утверждено Минводхозом СССР, Президиумом АН СССР и Госкомгидрометом СССР.

В этом документе, на основании рассмотрения уже выполненных работ по проблеме, а также, принимая во внимание решение Госэкспертизы Госплана СССР, намечено осуществление в период 1982—1985 годов следующих основных работ по объектам переброски северных и сибирских рек:

— Озера Лача и Воже. Переброска 1,8 км³/год от створа Каргопольского гидроузла через Кубенское озеро и р. Шексну в Рыбинское водохранилище. Изучение возможности дальнейшего наращивания объемов переброски по этому направлению из Онеж-

ской губы до 20, 30 и 40 км³/год. Особого внимания требует разработка вопросов о сроках опреснения воды Онежской губы, возможности подачи воды «антирекой» по р. Онега, развитии карстовых явлений в долине реки и др.

— Озеро Кубенское, р. Сухона. Переброска 4,0 км³/год от Камчугского гидроузла через Кубенское озеро и р. Шексну в Рыбинское водохранилище. Изучение возможности дальнейшего развития переброски части стока р. Сухоны и Малой Северной Двины от Котласского гидроузла до 14 км³/год.

— Онежское озеро. Переброска из Онежского озера по Волго-Балтийскому водному пути через р. Шексну и Рыбинское водохранилище 3,5 км³/год.

— Река Печора. Переброска 9—10 км³/год из р. Печоры от Митрофановского гидроузла через Комсомольский и Фидинский гидроузлы в р. Каму. Проведение дальнейших проработок по варианту переброски части стока Печоры через правобережные притоки в случае, если Государственная экспертная комиссия Госплана СССР сочтет этот вариант перспективным.

— Провести исследования по определению допустимых отъемов воды и их экологических последствий в маловодные годы в зонах изъятия и использования перебрасываемого стока.

— Выполнить дополнительные проработки по прогнозу влияния переброски части стока на водные объекты в зоне транспортирования и использования стока (р. Шексна, Шекснинское и Рыбинское водохранилища, р. Волга, р. Кама).

— Продолжить научные исследования по вопросу о влиянии водохозяйственных мероприятий на режимы Каспийского и Азовского морей.

— Обратить особое внимание на процессы водообмена, изменение качества воды, солености и температурного режима. Исследовать возможность сооружения Керченского гидроузла, удовлетворяющего условиям сохранения экосистемы Азовского моря. Исследовать возможность и последствия отчленения мелководий в восточной части Каспийского моря.

— В исследованиях, связанных с переброской стока, уделить особое внимание проблеме снижения водопотребления путем совершенствования технологии использования воды во всех отраслях народного хозяйства, внедрения замкнутых водооборотных циклов и безводной технологии.

— При рассмотрении переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан согласиться с предложением Сибирского отделения АН СССР о необходимости изучения переброски стока в объеме 60 км³/год с выделением первой очереди в объеме 25 км³/год по направлению, одобренному ГЭК Госплана СССР.

На основании работ по водообеспечению страны и территориальному перераспределению водных ресурсов, выполненных за последние годы в том числе по комплексной программе научно-техни-

ческого прогресса* и приведенных в библиографии, может сделать следующее заключение.

1. До настоящего времени, к сожалению, в государственном плане и государственном бюджете водное хозяйство, использующее водные ресурсы, не рассматривается в качестве отрасли. Между тем, стоимость основных фондов водохозяйственных систем расчетно оценивается в 100 млрд. руб. Большая ее часть приходится на сельское хозяйство (в основном мелиорация) и промышленное производство. По одному из вариантов роста водопотребления для осуществления мероприятий (внешние системы) в обозримый период потребуются капиталовложения порядка 300 млрд. руб. К внешним системам относятся затраты на подачу воды до потребителя и отведению от него. С учетом затрат в потребляющую систему в границах предприятия капиталовложения почти удваиваются. Необходимо отметить рост капиталоемкости каждого следующего кубометра прироста потребляемой воды на 25% за 20 лет; водные объекты становятся более сложными и фондоемкими.

Необходимо активизировать исследования и организационную подготовку к оформлению водного хозяйства — как отрасли, организовывать единые бассейновые управления водного хозяйства. Возложить на них ответственность за научную и техническую политику в области водного хозяйства и предпроектные разработки, планирование мероприятий по рациональному использованию и охране водных ресурсов бассейна с установлением их очередности, контроль состояния качества и использования водных ресурсов всего бассейна.

Особого внимания заслуживает проблема платности водоиспользования для потребителей всех отраслей.

2. Наиболее интенсивно в хозяйственном отношении используется в СССР речной сток, который составляет 4720 км³ в год. Водообеспечение одного жителя южных и юго-западных районов бассейнов Черного и Азовского морей и Арало-Каспийской низменности составляет 3 тыс. м³ в год, а в отдельных районах северной зоны страны в 20—30 раз больше.

Под влиянием хозяйственной деятельности произошло значительное снижение речного стока в Каспийское, Азовское и Аральское моря, суммарно оцениваемое в настоящее время в 70 км³ в год или 18% от водных ресурсов этих бассейнов; в крайне маловодные годы сток некоторых крупных рек южных районов уменьшается в устье на 40—80%.

Напряженное положение складывается с использованием малых рек.

Большого внимания к научному обоснованию требуют следующие проблемы:

— изменения водных ресурсов под влиянием вероятных изменений климата. Различными учеными и организациями предложены варианты прогноза, которые однако еще не могут быть приняты как однозначные и надежные;

* Руководители КП НТП (водные ресурсы) Г. В. Воропаев, Б. Г. Федоров.

— оценка влияния хозяйственной деятельности на водосборе и в речной сети на количество, режим и качество водных ресурсов;

— продолжение исследований по вопросам межзонального перераспределения части стока в Срединном регионе и в ЕТС, а также из реки Дунай;

— использование резервов и увеличение добычи подземных вод; Из утвержденных в настоящее время эксплуатационных запасов 53,4 км^3 в год используется 32,8 км^3 в год;

— создание систем искусственного восполнения подземных вод в районах Средней Азии, Казахстана, Северного Кавказа и юга Украины (в западноевропейских странах доля искусственных запасов подземных вод в общем использовании этих вод составляет 15—30%, в США — 25%);

— рациональное использование (особенно в целях повышения рыбопродуктивности) озерного фонда нашей страны, которое сдерживается отсутствием практических научно-обоснованных рекомендаций, в частности, из-за недостаточной изученности комплексных лимнологических проблем;

— углубление научных исследований и развертывание опытно-конструкторских работ по регулированию почвенных вод. Расчеты показывают, что в засушливой зоне в результате задержания дождевых и талых вод на полях и в особенности снижения испарения воды почвой, можно существенно уменьшить интенсивность и повторяемость засух для зерновых культур; на орошаемых землях снижение испарения воды почвой в Средней Азии на полях занятых хлопчатником может привести к значительному снижению оросительной нормы (от 25 до 40%);

— совершенствование гидрологических прогнозов;

— уточнение экономического потенциала гидроэнергоресурсов. Хотя в Европейской части страны степень использования экономического потенциала гидроэнергии крупных рек весьма высока, но в связи с увеличением замыкающих затрат на топливо и ограниченностью топливно-энергетических ресурсов, ранее считавшиеся неэффективными гидроэлектростанции, например на средних и малых реках, могут пополнить состав экономического потенциала гидроэнергоресурсов;

— вопросы режима Каспийского, Азовского и Аральского морей (в дальнейшем также Балтийского и других внутренних и окраинных морей). Современные масштабы антропогенного воздействия на них (загрязнение, уменьшение пресного стока) привели к существенным изменениям экологических условий в этих водоемах, что вызывает необходимость тщательного учета вопросов охраны природной среды при планировании и использовании водных ресурсов их бассейнов.

3. Проблема обеспечения народного хозяйства пресной качественной водой уже в настоящее время приобрела острый характер и ее решение существенно влияет на развитие и размещение про-

изводительных сил. Сложность этой проблемы значительно возрастает в перспективный период.

Во-первых, это связано с тем, что суммарное водопотребление может увеличиться с 329,7 км³ в 1981 г. до 600—800 км³ к концу века (в зависимости от темпов развития водоемких производств и темпов внедрения научно-технического прогресса в систему водопотребления). Заметим, однако, что глубокое внедрение научно-технического прогресса в водопользовании должно привести к сдерживанию роста водопотребления.

Во-вторых, в южных районах страны, с учетом потребностей народного хозяйства и рационального природопользования, в настоящее время уже нет свободного остатка стока — все поверхностные воды активно включены в народнохозяйственный оборот. Поэтому развитие водоемких производств может быть осуществлено только за счет некоторого вытеснения из состава водохозяйственного комплекса сравнительно менее эффективных в данном регионе производств и при непременном условии активного внедрения всех форм более экономного использования свежей воды в существующих системах и хозяйствах. Для бассейнов северного склона страны проблема нахождения значительного свободного ресурса в условиях перспективного использования и охраны водных ресурсов и окружающей природной среды еще не решена в полной мере.

В-третьих, потенциальные возможности использования водных ресурсов, водного фонда страны и гидроэнергетического потенциала реализуются в планах народного хозяйства недостаточно комплексно и эффективно. Вместе с тем следует отметить, что в отдельных районах страны еще имеются значительные резервы и для экстенсивных форм использования водных ресурсов.

В настоящее время ведется уточнение бассейновых схем и Генеральной схемы рационального использования и охраны водных ресурсов. Высокие темпы роста водопотребления, прогнозировавшиеся в них ранее на отдаленную перспективу по бассейнам рек и в целом по народному хозяйству, в настоящее время нельзя считать научно-обоснованными. Они должны быть существенно скорректированы в сторону снижения и строго учитывать региональные условия.

Во всех районах страны хозяйственно-питьевое водоснабжение населенных пунктов и сельскохозяйственное водоснабжение должно обеспечиваться и в перспективе в первую очередь. Однако и здесь, как показывает отечественный и зарубежный опыт, имеются резервы снижения удельного водопотребления в ряде городов за счет технического совершенствования систем водоснабжения, методов их эксплуатации, применяемого оборудования, использования непресных вод.

Важнейшую роль в обеспечении перспективного роста сельскохозяйственного производства играют водные мелиорации. Достаточно указать, что мелиоративный фонд земель, не требующих

сложных мелиораций в сухой, засушливой и полузасушливой зонах страны, охватывающих территорию Средней Азии, Казахстана, Закавказья, Северного Кавказа, Поволжья, Молдавии и юга Украины, составляет примерно 80 млн. га. На рисунках 1.9 и 1.10 показано развитие орошения в Европейской и Азиатской частях страны по данным Минводхоза СССР (ТЭД, 1983 г.). В то же время огромные площади сельскохозяйственных угодий находятся в районах избыточного увлажнения (Нечерноземная зона РСФСР, Прибалтика, Белоруссия, северные области Урала, Сибирь, Дальний Восток). Общий фонд земель, пригодных к осушению, составляет свыше 20 млн. га.

В настоящее время площадь регулярного орошения составляет 17,8 млн. га, осушенных земель — 13 млн. га.

Самым крупным потребителем воды является орошаемое земледелие, на долю которого в настоящее время приходится около 70% всего безвозвратного водопотребления страны. За счет комплексной реконструкции ирригационных систем имеется возможность существенного сокращения удельных показателей водопотребления на гектар площади.

Принятые в девятой пятилетке меры, позволили снизить расходы воды в среднем по стране на 0,7 тыс. м³ на 1 га. Эти работы широко ведутся и в настоящее время. К концу века работы по реконструкции систем на староорошаемых землях намечается закончить. Это будет эквивалентно повышению водообеспеченности орошаемого земледелия на 8—10 км³ воды в год. Большие возможности сокращения удельных затрат воды на единицу продукции связаны с совершенствованием селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе, путем оптимизации водного и пищевого режима. В связи с этим необходимо пересмотреть подход к оценке эффективности земледелия и мероприятий по водообеспечению в зоне орошения — необходим максимум дополнительной продукции не столько с гектара политой площади, сколько от каждого кубометра дополнительно привлекаемых водных ресурсов. Необходим также тщательный подход к размещению сельскохозяйственных культур на поливных площадях. Очевидно, что дальнейший рост площадей под такие влаголюбивые культуры как рис, в районах с большим напряжением водохозяйственного баланса следует ограничить.

Важным резервом увеличения водообеспеченности орошения является повторное использование коллекторно-дренажных вод, а также очищенных сточных вод коммунальных хозяйств, некоторых промышленных производств и животноводческих комплексов на земледельческих полях орошения.

В связи с ростом минерализации вод речных систем, используемых для ирригации, важно широкое практическое освоение деминерализационных установок как элементов технологического цикла водообеспечения в орошаемом земледелии. Эти меропри-

тия одновременно решают задачи охраны среды и санитарно-эпидемиологического оздоровления ее.

Существующая в настоящее время «бесплатность» водных ресурсов для крупнейшего водопотребителя — орошаемого земледелия — является одной из причин нерационального и расточительного использования воды. Введение платности водопользования, как показал ряд экспериментов в орошаемом земледелии, является важным средством обеспечения экономии водных ресурсов.

Значительное количество речных вод используется для выработки гидроэлектроэнергии, транспортных, сельскохозяйственных, рыбохозяйственных и рекреационных целей, а также в целях охраны природной среды речных бассейнов озер и приустьевых областей и морей внутренних и окраинных. Масштабы развития этих водопользователей на базе водных ресурсов речных бассейнов в составе водохозяйственного комплекса необходимо обосновывать, соответственно, как структурные элементы Топливно-энергетического комплекса, Единой транспортной системы, Продовольственной программы и Оздоровительных целей населения.

4. Охрана водных ресурсов является неотъемлемой частью комплексного использования водных ресурсов в системе рационального природопользования.

При условии выполнения программы строительства очистных сооружений и повышения эффективности работы последних, можно ожидать некоторого улучшения качества поверхностных вод, но к концу века в результате роста населения и производства может наступить следующая стадия ухудшения качества воды, если эффективность работы очистных сооружений не будет увеличиваться далее опережающими темпами. Кардинальное улучшение качества воды в реках и водоемах страны может быть достигнуто только при более широком, чем заложено в прежних прогнозах, применении бессточных и безотходных производств, применении новых более эффективных методов очистки и деминерализации, в первую очередь в маловодных и густонаселенных районах.

Основными факторами ухудшения качества поверхностных и подземных вод являются, как в настоящее время, так и в перспективе, сточные воды промышленного и сельскохозяйственного производства, коммунально-бытового хозяйства, поверхностные воды с урбанизированных территорий и сельскохозяйственных угодий, а также дренажный сток с мелиоративных земель. Однако, в перспективе больший удельный вес в загрязнении приобретает поступление с урбанизированных территорий, сельскохозяйственных угодий и животноводческих комплексов.

5. Хотя сток рек в целом по стране во много раз превышает «заявки» потребителей, водохозяйственные балансы свидетельствуют о значительном превышении в южной зоне страны потребности в воде над располагаемыми водными ресурсами. На уровне 1990 г. дефицит водных ресурсов в крайне маловодные годы в южной зоне Европейской части страны оценивается в 40 км^3 в год.

Развитие водоемких отраслей народного хозяйства в бассейнах Урала, Терека, Дона, Кубани, Днепра за счет собственных водных ресурсов будет затруднено уже на уровне 1985 г. Водные ресурсы рек бассейна Аральского моря будут исчерпаны к 1990—1995 гг.

Экономические оценки воды в источнике на перспективный период, когда замыкающими мероприятиями в водохозяйственных бассейнах рек южного склона являются соответствующие межбассейновые переброски стока, для разных участков бассейна Волги варьируют от 3 до 9 коп/м^3, Дона — 4 коп/м^3, Урала — 3 коп/м^3, для бассейна Днепра в пределах 8 коп/м^3, для бассейна Аральского моря в пределах 20 коп/м^3.

6. Располагаемые водные ресурсы отдельных регионов страны могут быть увеличены путем более глубокого регулирования стока водохранилищами, территориального перераспределения вод, опреснения подземных и коллекторно-дренажных вод.

Регулирование стока небольшими и средними водохранилищами, в основном в целях коммунально-бытового и промышленного водоснабжения с участием в составе комплекса гидроэнергетики и других водопользователей, получит дальнейшее развитие в Европейской части страны; в Средней Азии основными задачами регулирования стока будет водообеспечение орошаемого земледелия и дальнейшее использование высокого гидроэнергетического потенциала. Регулирование стока сибирских и дальневосточных рек будет связано с гидроэнергетическим строительством и с водообеспечением населения, с защитой от наводнений, с развитием производства весьма водоемких культур.

Наряду с этим водохранилища могут давать значительно большую народнохозяйственную отдачу при проведении комплекса работ по акваториальному районированию, планировке и обустройству водохранилищ. Подобные схемы использования водохранилищ начали разрабатываться.

Только крупными каналами в настоящее время забирается свыше 60 км^3 воды в год. Строительство каналов и водопроводов будет продолжаться. Перераспределение местного речного стока повысит водообеспеченность районов Донбасса, КМА, Кузбасса, Челябинского и Свердловского промузлов, Криворожского и Оскольского промрайонов, Приазовья, междуречья Тобола — Иртыша — Ишима, целинных земель Казахстана, городов Москвы, Таллина, Владивостока.

Развитием народного хозяйства определяется целесообразность строительства межбассейновой переброски стока р. Дунай в бассейн Днепра, проведение комплекса работ по переброске части стока северных рек в бассейн Волги и сооружение каналов Волга — Урал и Волга — Дон для использования перебрасываемого стока на северном Кавказе для орошения. Проведенными научными исследованиями и проектными проработками обоснована целесообразность переброски части стока сибирских рек в Сред-

нюю Азию и Казахстан в объеме первой очереди (27,2 км^3). Из всех возникающих проблем основной задачей XI пятилетки должна быть социально-экономическая оценка переброски стока, так как эти проблемы изучены еще недостаточно. Выполненные проработки показали целесообразность дальнейшего проведения научных и проектно-изыскательских работ на стадии проекта по объектам первой очереди переброски стока.

Дальнейшее решение водообеспечения СССР, на наш взгляд, следует изучать в рамках проблемы, которую можно назвать «Разработать стратегию и определить пути решения проблемы водообеспечения страны в отдаленной перспективе», которая тесно связана с проблемой управления водными ресурсами суши и Единой водохозяйственной системой страны, рассмотренной в следующей главе.

ГЛАВА 2

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ СРЕДИННОГО РЕГИОНА

В СССР прослеживается тенденция формирования крупных водохозяйственных систем (КрВХС) как в пределах отдельных речных бассейнов, так и в целом по большим регионам. При этом отдельные региональные системы могут в основном сформироваться уже к концу нашего века. В качестве первой такой системы можно назвать региональную ВХС восточной половины Европейской территории Союза (ЕТС), стержнем которой является бассейн реки Волги. Эта система, объединяя на начальном этапе своего формирования бассейны рек Каспийского и Азовского морей, в последующем соединится с бассейнами рек северного склона ЕТС. Развивающаяся параллельно Днепровская, а затем Дунай-Днепровская система со временем, объединившись с региональной системой восточной половины ЕТС, образует крупнорегиональную ВХС ЕТС. Для Азиатской части страны, где в настоящее время уже сформировались ВХС в бассейнах рек Сырдарьи, Амударьи и Обь-Иртыша, в ближайшем будущем произойдет объединение ВХС отдельных бассейнов в межбассейновые ВХС. Так, например, такого рода объединение уже происходит применительно в ВХС бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи, а в дальнейшем предстоит объединение ВХС бассейна Обь-Иртыш с ВХС бассейна Аральского моря, а в еще более отдаленной перспективе и с ВХС бассейна Енисея. Дальнейшее расширение крупнорегиональных систем приведет в конечном итоге к формированию Единой водохозяйственной системы страны (ЕВХСС), которая будет призвана осуществлять административные, экономические и социальные функции, связанные с использованием водных ресурсов страны.

Формирование ЕВХСС аналогично единой транспортной и единой энергетической системам является объективным процессом развития водного хозяйства страны. При этом в понятие крупнорегиональной водохозяйственной системы (КрВХС), а тем более

ЕВХСС, вкладывается не только техническое объединение водотоков и водоемов посредством гидротехнических сооружений, а прежде всего единство научных подходов к планированию, проектированию и управлению водным хозяйством страны.

Формирующиеся КрВХС в сравнении с ВХС отдельных речных бассейнов позволяют:

— выравнивать как внутригодовое, так и многолетние колебания стока за счет использования эффекта асинхронности стока (несовпадения маловодных и многоводных лет в бассейнах рек, входящих в крупные ВХС, что позволяет наиболее полно использовать закономерности пространственно-временной изменчивости водных ресурсов);

— учитывать изменчивость потребностей в воде отраслей народного хозяйства и, прежде всего, орошаемого земледелия, где в зависимости от складывающихся погодных условий возможно увеличение (уменьшение) потребностей в воде;

— за счет использования возможностей внутрибассейновой и межбассейновой передачи излишков воды повышать эффективность работы энергетических и транспортных систем, обеспечить нормальные условия развития рыбного хозяйства, включая воспроизводство ценных пород рыб в низовьях крупных рек, поддерживать оптимальный уровенный, гидрохимический и гидробиологический режим внутренних морей, повышать надежность водообеспеченности основных водопотребителей за счет уменьшения частоты повторения числа перебойных лет, продолжительности и глубины перебоев;

— осуществить в широких масштабах многолетнее компенсированное регулирование стока, так как в КрВХС входят водохранилища с различными регулирующими возможностями;

— исходя из многообразия природных и социально-экономических условий в пределах КрВХС, формировать структуру водопотребляющих отраслей и водохозяйственных объектов, которая позволит наиболее эффективно использовать имеющиеся природные и материальные ресурсы. Основной предпосылкой для этого является то, что с укрупнением ВХС появляется возможность рассмотреть достаточно большое количество вариантов водораспределения, что невозможно в пределах ВХС отдельных речных бассейнов или их участков, так как в силу многообразия природных и хозяйственных условий каждый раз в реальном масштабе времени одна и та же продукция может быть получена на различных участках с различными затратами природных и материальных ресурсов. В этих условиях появляется возможность широкого использования современных экономико-математических методов и вычислительной техники;

— более рационально использовать все возможные источники водных ресурсов и, в первую очередь, поверхностные и подземные источники. Так, например, роль подземных вод как самостоятельного источника воды в пределах ВХС бассейнов и их участников,

как правило, невелика. Однако при укрупнении ВХС в условиях совместного регулирования поверхностных и подземных вод, при котором подземный водоотбор осуществляется только в периоды критического маловодья с последующим восполнением их запасов в благоприятные периоды времени, можно добиться существенного повышения водообеспеченности и избежать истощения водных ресурсов региона. Возможно рассмотрение и других мероприятий по увеличению водных ресурсов;

— освободиться от недостатков, присущих чисто локальным решениям водохозяйственных проблем (повышение надежности водообеспечения, охраны водных ресурсов от загрязнения и истощения, распределение водных ресурсов и др.). Создание КрВХС будет способствовать решению Продовольственной программы СССР.

Практически все КрВХС являются сложными по своей структуре и комплексными по назначению. Кроме того, они являются стохастическими в самом широком смысле этого слова. Стохастическая суть этих систем обусловлена: 1) случайным характером их основного ресурса — речного стока; 2) случайным, а иногда неопределенным характером водопотребления и величин потерь воды в системах; 3) неопределенностью некоторой исходной, особенно экономической информации, используемой при оптимизации решений в системах.

КрВХС обладает всеми признаками больших систем:

— наличие большого количества взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов: водохранилища с ГЭС, системы водохранилищ, ирригационные системы и сооружения на них, установки коммунального и промышленного водоснабжения;

— системы очистных сооружений, группы насосных станций, судоходные пути, каналы, участки реки и река в целом, акватории морей и т. д.;

— согласованность функций, выполняемых отдельными подсистемами и системой в целом, направленных на достижение главной цели. При этом ВХС выполняет достаточно сложные и разнообразные функции: перераспределение водных ресурсов между отдельными элементами системы, обеспечение санитарных, транспортных, рыбных и других специальных попусков, зарегулирование стока реки для более эффективного его использования, обеспечение необходимого качества воды и охраны водных ресурсов, предотвращение аварийных ситуаций, возникающих в результате катастрофического маловодья (многоводья) и т. д.;

— многообразие внутренних и внешних связей: связь между отдельными водохозяйственными объектами, между водопотребителями, между потребителями и водохозяйственными объектами, отдельными участками реки, межбассейновые связи, связи между реками и замыкающими морями и, наконец, связи глобального масштаба — водообмен и климат;

— динамический характер ВХС, выражающийся в том, что выбранная для какого-то интервала времени структура ВХС влияет на структуру этой системы во всех последующих интервалах времени. При этом изменяется характер функционирования всех типов объектов как существовавших, так и вновь вводимых не только в данном интервале, в котором введен новый водохозяйственный объект, но и во всех последующих интервалах;

— дискретный характер изменения большинства параметров ВХС — размер орошаемых, осушаемых и богарных земель, установленных мощностей ГЭС, параметры водохранилищ и других гидротехнических сооружений и т. д.;

В силу многообразия функций и связей КрВХС для управления ими требуется получение, отбор, систематизация, передача и переработка огромного потока гидрометеорологической, водохозяйственной, экономической и другой информации, что может вызвать информационную перегрузку на всех ступенях управления и снизить качество принятых решений и, самое главное, оперативную реализацию этих решений. (Этот вопрос разобран в работе — А. А. Бостанджогло, Г. В. Воропаев, Г. Х. Исмайылов, 1980). Все это требует использования при управлении КрВХС современных средств связи, вычислительной техники, что органически может реализоваться посредством создания АСУ речных бассейнов и КрВХС. Рассмотренные преимущества и особенности КрВХС, разумеется, будут по разному проявляться в зависимости от тех природных, хозяйственных и социально-экономических условий, которые присущи той или иной КрВХС.

Как уже было отмечено в общей схеме водообеспечения народного хозяйства и населения СССР, уже сейчас вырисовываются контуры двух крупных региональных ВХС: Европейской, для которой связующим является бассейн реки Волги, и Азиатской, связующим для которой является канал переброски части стока сибирских вод в Среднюю Азию и Казахстан.

Рассмотрим на примере Срединного региона последовательность формирования и структуру крупных систем и перечислим задачи, которые требуют решения для планирования и управления ими.

Объединенная водохозяйственная система Азиатской части (в пределах Срединного региона) создается последовательно в результате соединения ВХС бассейнов рек Обь — Иртыша, Урала, Центрального Казахстана (Сарысу, Тургай и др.), Сырдарья, Амударья, Чу, Талас, Асса, Зеравшан, Кашкадарья, Мургаб, Теджен, Атрек и рек бассейна озер Балхаш и Иссык-Куль. ВХС бассейнов этих рек формируют самый нижний уровень региональной системы на первом этапе ее развития. Следует отметить, что в свою очередь все эти ВХС могут быть расчленены еще более детально в зависимости от гидрологической и водохозяйственной обособленности. Объединение элементов низшего уровня приведет к формированию ВХС более высокого уровня: бассейна Араль-

ского моря, бассейна Обь — Иртыша, бассейна Енисея, Центрального Казахстана, бассейна оз. Балхаш, бассейна оз. Иссык-Куль. И, наконец, объединение этих систем формирует объединенную водохозяйственную систему Срединного региона (рис. 2.1).

Формирующиеся большие региональные водохозяйственные системы требуют решения ряда новых задач, а именно: повышения эффективности и надежности функционирования больших ВХС, оптимизации распределения водных ресурсов, особенно в условиях случайных колебаний природно-хозяйственных факторов, определения оптимальных параметров и структуры проектируемых и реконструируемых ВХС и разработки долгосрочных режимов управления с учетом возобновляемости водоземельных ресурсов и охраны окружающей среды. Все эти задачи обусловлены формированием и функционированием развивающихся больших ВХС, и их решение должно быть взаимоувязано в едином комплексе задач и опираться на единую информационную основу. При исследовании развития и закономерностей функционирования больших ВХС необходимо построение принципиальной формализованной схемы КрВХС. Здесь одним из важных вопросов является агрегирование исходной информации в зависимости от уровня иерархии планирования и управления использованием и охраной водных ресурсов рассматриваемого региона. Для всей территории СССР, включенной в состав Единой водохозяйственной системы (ЕВХС) рис. 2.2, и в том числе Срединного региона, выполнено специальное водохозяйственное районирование, подробное изложение которого дано в двух работах (Благоверов Б. Г., Бостанджогло А. А., Воропаев Г. В., Исмайылов Г. Х., Федоров В. М., 1978; Шимельмиц И. Я., Исмайылов Г. Х., Федоров В. М., 1975). Разработанная и предложенная сетка водохозяйственных районов имеет целью создать на единой основе производственно-экономическое и гидрологическое объединение рассматриваемой территории. В результате вся рассматриваемая территория Срединного региона, на которой предполагается провести перераспределение водных ресурсов, разделена на 34 района. Для более обоснованного агрегирования исходной информации, наряду с районами, на территории СССР выделено 120 узлов управления, в том числе на территории Срединного региона — 45, благодаря которым можно организовать сеть опорных створов ЕВХС Срединного региона, рис. 2.3 (Бостанджогло А. А., Воропаев Г. В., Грин Г. Б., Исмайылов Г. Х., 1979). В качестве узлов управления выступают створы, где уже в настоящее время существуют регулирующие сток водохранилища; крупные акватории, подверженные влиянию водохозяйственной деятельности; крупные промышленные и сельскохозяйственные районы; устьевые участки рек, место предполагаемых значительных преобразований речного стока (створы будущих водохранилищ, места водозабора в канал переброски и т. д.). Эти узлы управления совместно с сеткой водохозяйственных районов составляют базис структуры моделируе-

Рис. 2,2

мого объекта. Соответственно становится возможным, с одной стороны, осуществить целенаправленный сбор, обработку и передачу текущей информации о расходах рек, водозаборе, сбросе сточных вод, а также о качестве воды, а с другой стороны, опираясь на них, составить водохозяйственные балансы отдельных участков бассейнов и бассейнов в целом для современных условий, близкой и дальней перспективы. Кроме того, по ним можно корректировать перспективные планы водопотребления и выявить водные резервы в пространстве и времени для дальнейшего развития этой системы.

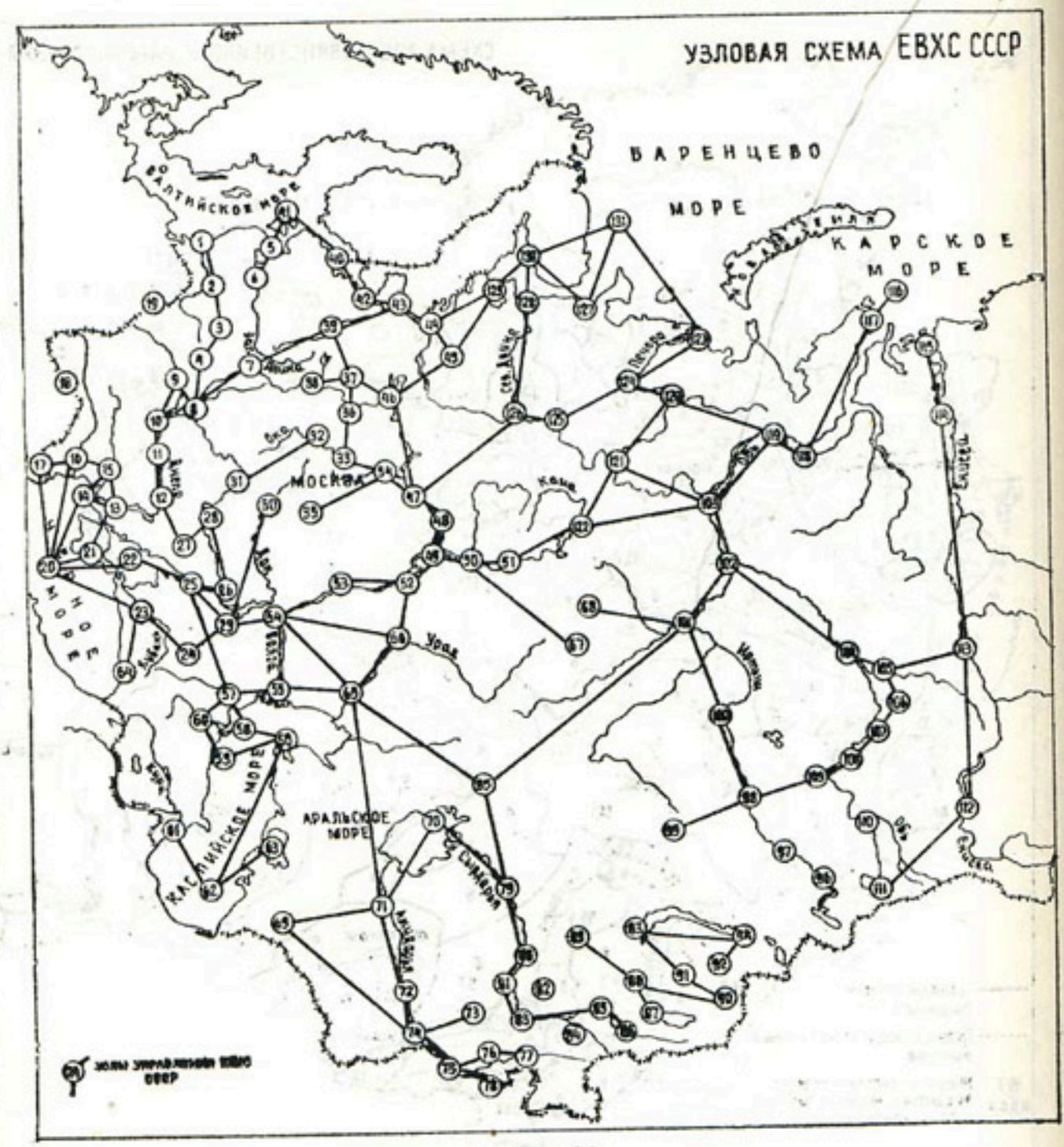
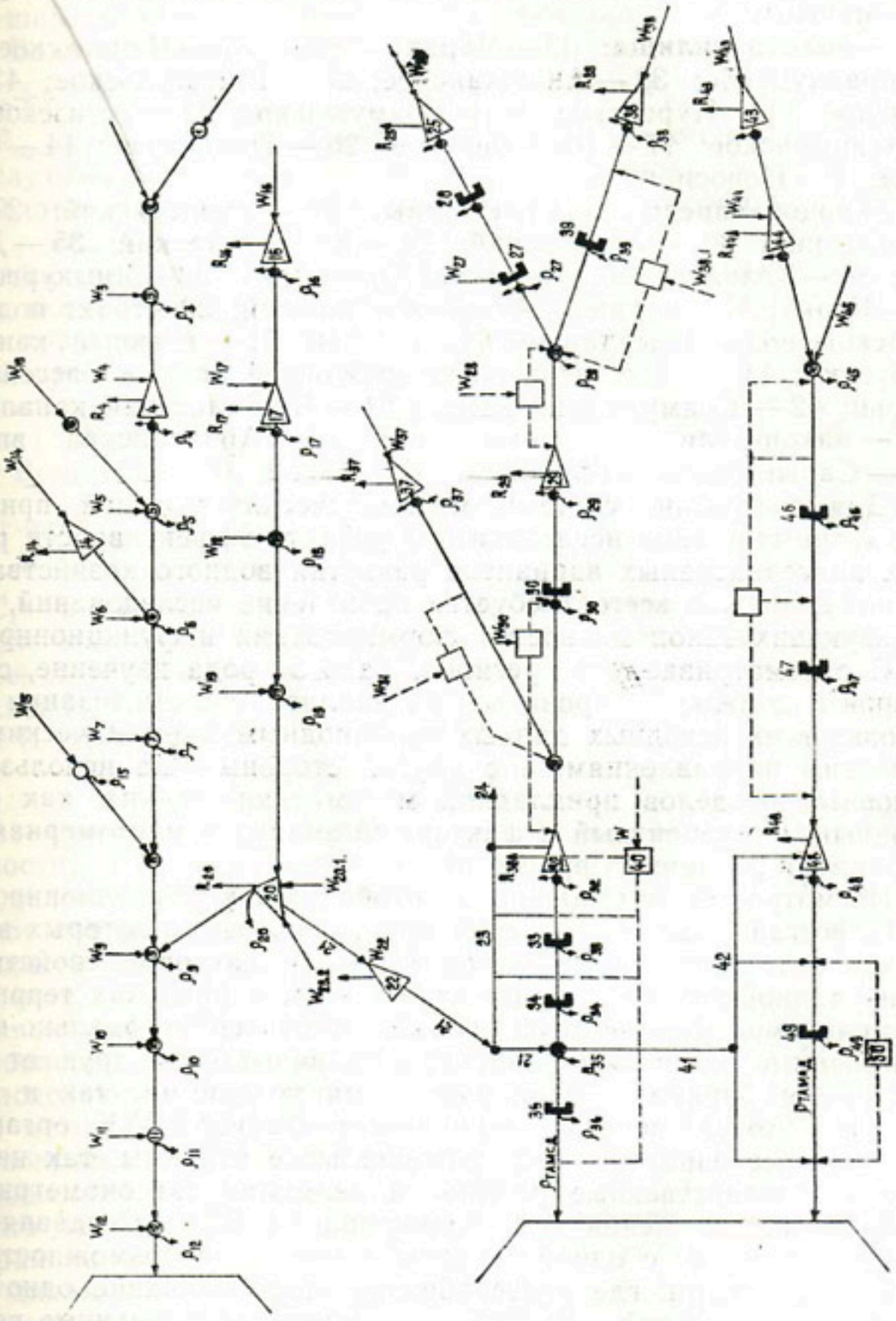


Рис. 2.3

Принципиальная эквивалентная схема ЕВХС Срединного региона, которая легла в основу моделирования перспектив ее развития, включает (рис. 2.4): 14 крупных водохранилищ, осуществляющих сезонное и многолетнее регулирование стока, 6 водохранилищ недельного и суточного регулирования, 26 распределительных узлов, Обскую губу и Азовское море. В расчетную схему также включены 33 агрегированных внерусловых водопотребителя, включая коллекторно-дренажные сбросы, а также русловые потребители, в качестве которых выступают водный транспорт, рыбные и ирригационные попуски, попуски для природных комплексов и гидроэнергетики. Выделяются четыре крупные подсистемы: ВХС бассейна Обь-Иртыша, ВХС вдоль канала переброски,

ЛИНЕЙНО-УЗЛОВАЯ СХЕМА ВХС СРЕДНЕГО РЕГИОНА



— ВОДОХРАНИЛИЩА

— ВОДОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ГИДРОУЗЛЫ

— НАКОПИТЕЛИ ВОЗВРАТНЫХ ВОД

— ОТБОР РЕКИ

— — — ВОЗВРАТНЫЕ ВОДЫ, ВКЛЮЧАЯ ДРЕНАЖНО-СБРОСНЫЕ ВОДЫ В РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

W — ПРИТОЧНОСТЬ (ВКЛЮЧАЯ ВОЗВРАТНЫЕ ВОДЫ И КОММУНАЛЬНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ СТОКИ)

R — ПОТЕРИ ВОДЫ ИЗ ВОДОХРАНИЛИЩ

p — ВОДОЗАБОР ИЗ УЗЛОВ УПРАВЛЕНИЯ

Рис. 2.4

ВХС бассейна Сырдарьи и ВХС бассейна Амударьи. На рис. 2.4 обозначены:

— водохранилища: 32 — Чардаринское; 37 — Чарвакское; 29 — Кайраккумское; 38 — Андижанское; 25 — Токтогульское; 43 — Рогунское; 44 — Нурекское; 48 — Тюямуюнское; 22 — Тегизское; 16 — Бухтарминское; 17 — Шульбинское; 20 — Тобольское; 14 — Орловское; 4 — Новосибирское.

— водораспределительные узлы: 26 — Курпсайский; 27 — Учкурганский; 30 — Фархадский; 39 — Куйкан-Ярский; 35 — Джусалы; 36 — Казалинский; 34 — Кзыл-Ординский; 33 — Яныкурганский; 46 — Керки; 47 — Чарджоу; 49 — Тахиаташский; 23 — тракт подачи сибирской воды (Сырдарьинский канал); 21 — главный канал переброски; 41 — тракт переброски сибирской воды в бассейн Амударьи; 42 — Тюямуюнский канал; 24 — Чу-Таласский канал.

— накопители возвратных вод: 40 — Арнасайская впадина; 50 — Сарыкамышская впадина.

Для построения системы математических моделей, при помощи которых можно исследовать и оценить эффективности различных альтернативных вариантов развития водного хозяйства этого региона, прежде всего требуется проведение исследований, характеризующих закономерности формирования и функционирования ВХС рассматриваемого региона. Такого рода изучение, с одной стороны, должно базироваться на анализе, систематизации и подготовке всех исходных данных по природным, экономическим и техническим направлениям, а с другой стороны — на использовании основных разделов прикладной математики — таких, как регрессионный, компонентный и факторный анализ и многомерная классификация различных процессов.

Несмотря на динамичность, свойственную функционированию ВХС, всегда выделяются территории, в пределах которых элементы системы функционируют под влиянием факторов, свойственных лишь данной территории. В связи с этим в пределах территории, охватываемой данной ВХС, формируются территориально-водохозяйственные комплексы (ТВХК), отличающиеся друг от друга как своими природно-мелиоративными условиями, так и выполняемыми хозяйственными функциями. Такие ТВХК организуют объективные однородные территориальные единицы, так называемые водохозяйственные районы, и являются таксонометрической основой для изучения функционирования ВХС. Создавая сетку (карту) районов, с одной стороны, мы получаем возможность показать территории, где целесообразно использование однотипных решений, а с другой — разработать дифференцированные решения по управлению в зависимости от природных и хозяйственных условий.

При анализе закономерностей функционирования ВХС особое значение имеет выбор показателей, характеризующих процессы, происходящие в природной сфере, хозяйственной и в целом по системе.

Для анализа закономерностей природной сферы ВХС аридной зоны широко используются три баланса орошаемого массива.

а) Водный баланс поверхностных вод

$$W_{\text{пр.пов}}+0+W_{\text{от.аэ}}+Z_{\text{гр}}+Z_{\text{подз}}=E_{\Sigma}+W_{\text{от.пов}}+\Delta W_{\text{пов}}+W_{\text{пр.аэ}}\,, \qquad (1)$$

где $W_{\text{пр.пов}}$ — приток поверхностных вод, включая приток воды по руслу основной реки и боковой приток, а также склоновый сток и передача стока из других районов; О — атмосферные осадки; $W_{\text{от.аэ}}$ — отдача воды из зоны аэрации; $Z_{\text{гр}}$, $Z_{\text{подз}}$ — соответственно водозабор из грунтовых и подземных вод; E_{Σ} — суммарное испарение, включая испарение с поверхности суши, водной поверхности и транспирацию растений; $W_{\text{от.пов}}$ — отток поверхностных вод за пределы района; $\Delta W_{\text{пов}}$ — изменение запасов воды на поверхности района (в озерах, водохранилищах, естественных понижениях); $W_{\text{пр.аэ}}$ — отток поверхностных вод в зону аэрации.

б) Водно-солевой баланс поверхностных вод

$$C_{\text{пр.пов}}\cdot W_{\text{пр.пов}}+C_0\cdot O+C_{\text{от.аэ}}\cdot W_{\text{от.аэ}}+C_{Z\text{р}}\cdot Z_{Z\text{р}}+C_{Z\text{подз}}\cdot Z_{\text{подз}}+$$
$$+C_{\text{уд}}\cdot F_{\text{хд}}=C_{\text{от.пов}}\cdot W_{\text{от.пов}}\pm C_{\Delta W}\cdot\Delta W+C_{\text{пр.аэ}}\cdot W_{\text{пр.аэ}}\,, \qquad (2)$$

где C_i — минерализация воды i-ой составляющей баланса за исключением слагаемого $C_{\text{уд}}\cdot F_{\text{хд}}$, в котором $C_{\text{уд}}$ — количество удобрений и ядохимикатов, вносимых на1 га хозяйственно освоенной площади.

в) Тепловой баланс

$$(1-\alpha)R=Y+B+P+LE\,, \qquad (3)$$

где R — суммарная солнечная радиация; α — альбедо зеленой поверхности; Y — эффективное излучение, равное разности излучения зеленой поверхности и противоизлучения; B — поток тепла вниз от поверхности почвы; P — турбулентный поток между подстилающей поверхностью и атмосферой; LE — затраты тепла на испарение.

Использование балансовых соотношений (1)—(3) требует установления их основных составляющих, что не всегда удается в водохозяйственной практике из-за недостаточной разработанности методов, определяющих эти составляющие. Одним из важных вопросов иследований такого плана является определение соотношения безвозвратного водопотребления и возвратных вод. Именно это соотношение в каждом конкретном водохозяйственном районе (ВХР) и на каждом уровне развития системы определяет динамику изменения поверхностного и подземного стока и их качество, включая изменение влаги и солей в почве.

Уравнения водного и водно-солевого баланса, составляемые для разных уровней развития (при разной площади орошения, составе сельскохозяйственных культур, КПД системы, коэффициента использования земли, уровня агротехники и т. д.), являются наиболее правильным способом оценки изменения поверхностного и подземного стока под влиянием природных и хозяйственных

факторов. Динамика составляющих баланса в характерные периоды позволяет судить прежде всего о структуре затрат водных ресурсов, уменьшении (увеличении) отдельных составляющих баланса, и соответственно прогнозировать эти составляющие. При этом очень важно определить структуру суммарных затрат стока. По имеющимся исследованиям суммарные затраты включают: суммарное испарение с орошаемых участков территории; аккумуляцию влаги в почво-грунтах в случае глубокого залегания грунтовых вод (или слабой дренированности территории); первоначальное заполнение мертвого объема водохранилища и испарение с их водной поверхности; испарение с водной поверхности естественной и искусственной гидрографической сети (реки, каналы, озера); сброс части использованных вод в бессточные понижения; безвозвратное водопотребление ирригационных потребителей (промышленность, население, рыбное хозяйство и др.).

Для определения динамики взаимодействия и взаимовлияния производственных и природных процессов, имеющих место при функционировании ВХС, целесообразно рассмотреть и показатели, характеризующие водное хозяйство рассматриваемой территории. Следовательно, наряду с природными показателями требуется рассмотрение водохозяйственных показателей в их взаимосвязи с природными.

В качестве водохозяйственных показателей берутся те показатели, которые, с одной стороны, характеризуют процессы использования воды непосредственно в производственной сфере, а с другой — позволяют оценить влияние антропогенных факторов на природу. К числу таких показателей относятся: суммарный водозабор (абсолютный и удельный), Z; водоподача в точках выдела производству (абсолютная и удельная), $Z_{твх}$; водопотребление непосредственно в производственной сфере (абсолютное и удельное), $Z_{вп}$; водоотведение и возвратные воды, V; площадь орошения (осушения), F; безвозвратное водопотребление (абсолютное и удельное), Б; специальные попуски: $U_{трансп}$, $U_{гэс}$, $U_{рыб}$, $U_{охр}$, U_{Σ} .

Все эти показатели характеризуют масштабы использования водных ресурсов. Для оценки рациональности использования воды в производственной сфере, а также технического совершенства водопроводящей сети и производства используется ряд производных показателей, таких как:

— коэффициент полезного действия оросительной (осушительной) системы

$$\eta_{мх},\ \eta_{вх},\ \eta_{п},\ \eta_{с}$$

— коэффициент оборотности воды

$$P_{об} = \frac{W_{об}}{W_{\Sigma}} \leqslant 1 \qquad (4)$$

— коэффициент рационального использования воды

$$K_{и} = \frac{W_{заб} - V}{W_{заб}} \leqslant 1 \qquad (5)$$

— коэффициент потери воды, включая безвозвратное водопотребление

$$P_{пот} = \frac{W_{заб} - V}{W_{\Sigma}} \qquad (6)$$

— вероятность превышения (обеспеченность) нормальной водоподачи на орошение (по числу бесперебойных лет)

$$P = \frac{h}{N} \cdot 100\% \qquad (7)$$

— обеспеченность нормальной водоподачи

$$P = \frac{\Sigma W_{заб.факт}}{\Sigma W_{заб.пл}} \qquad (8)$$

— дефицит водных ресурсов

$$Д = W_{заб.пл} \cdot \frac{100 - P}{100} \qquad (9)$$

В формулах (4)—(9) $W_{об}$ — количество оборотной воды в системе, W_{Σ} — суммарное водопотребление системы, $W_{заб}$ — водозабор из источника, h — количество лет с нормальной водоподачей, N — общее число лет, $W_{заб.пл}$, $W_{заб.факт}$ — плановый и фактический водозабор.

Оптимальное развитие и функционирование ВХС и отдельных их элементов (водохранилища, каналы, оросительные системы и др.) определяется на основе технико-экономического обоснования. При этом особое значение приобретают показатели эффективности как на этапе функционирования, так и решений, принимаемых на этапе проектирования. В основе определения показателей эффективности лежит «Методика определения экономической эффективности капитальных вложений». Согласно этой методике, общая экономическая эффективность действующих и проектируемых предприятий определяется как по абсолютной, так и по сравнительной экономической эффективности.

Так как общая экономическая эффективность является результирующим показателем, поэтому она не охватывает все звенья экономичесских явлений, факторов и причин, обусловивших их. Поэтому для оценки общей экономической эффективности и ее дальнейшего повышения существенное значение имеют и те факторы, от которых зависят как показатели абсолютной (общей), так и сравнительной эффективности. Так, ежегодные издержки по эксплуатации включают в себя издержки водохозяйственных систем и производства. Издержки водохозяйственных систем в свою очередь включают издержки речных водохозяйственных систем (гидротехнические сооружения на реках), издержки водо-

распределительной сети до точек выдела хозяйствам (содержание штата, очистка сети, капитальный и текущий ремонт и т. д.), а также затраты на эксплуатацию внутрипроизводственных систем и непосредственно в производстве. Издержки производства состоят из затрат на проведение отдельных операций, затрат на технику, оборотные средства, электроэнергию, текущий и капитальный ремонт и т. д.

Капитальные вложения в систему также имеют свою структуру: капитальные вложения на строительство и реконструкцию речных систем, распределительной сети, объектов водного хозяйства внутри производства и на строительство и модернизацию самого производства. Конкретные значения этих показателей и тесно с ними связанных показателей общей и сравнительной экономической эффективности определяются природными условиями и характером производства. Следовательно, только при совместном анализе технико-экономических показателей и природных показателей возможно учесть влияние основных факторов на конечный результат производства и их взаимосвязь и взаимообусловленность. Такой анализ раскроет характер технической стороны производства, установит связь с экономикой, технологией и организацией производства, а также со сложившимися природными условиями.

Анализ технико-экономических показателей (ТЭП) должен выполняться по определенной методике, в основе которой лежит классификация рассматриваемых показателей по определенным признакам. Учитывая, что анализируемые показатели должны отражать все стороны функционирования ВХС, целесообразно прежде всего разбить их на группы в зависимости от их принадлежности к тому или иному звену системы. Это тем более оправдано, что эффективность функционирования системы в целом зависит от эффективности функционирования ее отдельных звеньев, а именно: речной части системы, транспортирующей и распределяющей части системы, производственной части (водопотребитель) и водоотводящей. Показатели, характеризующие каждое из вышеуказанных звеньев, могут быть разделены на следующие группы: наличие и состав природных ресурсов и средств производства; использование природных ресурсов и средств производства; размер и состав затрат; показатели рентабельности; общей и сравнительной экономической эффективности.

Речная часть ВХС рассматриваемого региона призвана гарантировать нормальное водообеспечение отраслей народного хозяйства и сохранение природных комплексов, поэтому для анализа эффективности ее функционирования используются следующие показатели: характеристики стока в характерных створах реки; требования на воду отраслей народного хозяйства, включая специальные попуски (энергетический и др.); фактическое удовлетворение заявленных требований на воду; основные проектные и режимные параметры гидроузлов и ГЭС; характеристики качества

речной воды; русловые потери и характеристики гидравлической связи между отдельными створами; режимные характеристики природных комплексов; экстремальные характеристики стока и потребления; затраты на строительство и эксплуатацию водохозяйственных объектов; показатели эффективности функционирования отдельных гидроузлов и водохранилищ и каскада в целом: основные фонды и фондоотдача.

Основным потребителем (по объему используемой воды) для рек аридной зоны является сельскохозяйственное производство на базе орошаемого земледелия. В связи с этим все показатели, характеризующие оставшиеся звенья системы, рассмотрим в разрезе оросительного комплекса, находящегося в ведении Управления оросительных систем и орошаемого земледелия, находящегося в ведении сельскохозяйственных предприятий.

Из известных предложений по систематизации ТЭП мелиоративных объектов наибольшее значение имели предложения Д. Т. Зузика (1980). Система ТЭП была рассчитана, главным образом, для проектных целей, но получила применение и в эксплуатационных задачах. По этой системе все ТЭП объединяются в шесть групп: 1) количество и стоимость продукции; 2) капитальные вложения; 3) ежегодные издержки и себестоимость продукции; 4) использование природных ресурсов и средств производства; 5) затраты труда и его производительность; 6) чистый доход, окупаемость и рентабельность.

Однако, применительно к действующим объектам, эта система показателей не дает всесторонней характеристики потенциальных возможностей производства, не содержит ряд важных показателей, таких как размер производственных фондов, оросительная способность источника, экономическая оценка земельных и водных ресурсов и ряда других. Опыт исчисления и анализа ТЭП по действующим мелиоративным объектам (Воропаев Г. В., Акжанов А. А., 1964; Воропаев Г. В., Малюгин Ю. А., 1965) показал, что система ТЭП должна содержать показатели, характеризующие производительные силы и природные ресурсы объекта с точки зрения их потенциальных возможностей и с точки зрения фактического использования за данный отрезок времени (год). В целом все ТЭП для мелиоративных систем могут быть систематизированы по четырем группам:

I. группа. Производительные силы и природные ресурсы:

— Земельные ресурсы: размеры земель, виды угодий, мелиоративное состояние, оценка в баллах и в стоимости.

— Водные ресурсы: размеры, качество (гидрограф, оросительная способность, мутность, минерализация), оценка в баллах, стоимость.

— Производственные фонды: размеры, количество и качество (рабочие параметры, КПД, мощность), стоимость.

— Трудовые ресурсы: количество, техническая квалификация и энерговооруженность.

II группа. Использование производительных сил и природных ресурсов:

— Земельных ресурсов: использование под поливы и посевы, КЗИ, урожайность, стоимость продукции, продуктивность земель, выполнение плана производства основной продукции.

— Водных ресурсов: использованные объемы, КИВ, продуктивность.

— Производственных фондов: коэффициенты использования, продуктивность.

— Трудовых ресурсов: занятость в производстве, затраты труда, выработка, производительность труда.

— Показатели выполнения плана по использованию производительных сил и природных ресурсов (%% выполнения плана, приросты показателей и т. п.).

III группа. Издержки производства и себестоимость продукции:

— Общие и удельные издержки и их элементы, себестоимость продукции и отдельных работ, план и выполнение плана по себестоимости.

IV группа. Экономическая эффективность:

— Общие и удельные размеры прибыли, показатель рентабельности, план и выполнение плана по прибыли и рентабельности.

Остановимся на ряде природно-хозяйственных закономерностей, свойственных водохозяйственным системам Срединного региона на различных этапах функционирования. По своим природным и хозяйственным особенностям Срединный регион состоит из двух крупных и различных между собой ВХС — Обь-Иртышского бассейна (Западная Сибирь, Зауралье, Северный и Центральный Казахстан) и Аральского моря (Южный Казахстан и Средняя Азия).

Обь-Иртышский бассейн*. Обь-Иртышский бассейн общей площадью около 3 млн. км² охватывает почти все природные зоны Союза: от полярной и тундровой на севере до засушливо-степной — на юге. Здесь представлены практически все основные орографические черты и ландшафтные комплексы: горные массивы Алтая, Салаира и Кузнецкого Алатау, обширные предгорные районы, Казахский мелкосопочник, степные пространства и, наконец, одна из самых больших аккумулятивных равнин земного шара — Западно-Сибирская низменность с ее болотно-тундровым и лесотундровым ландшафтом.

Благодаря большой протяженности с севера на юг исследуемого бассейна, для него характерно наличие значительных климатических контрастов при преобладании в целом сурового резко континентального климата: ср. год. t° на севере —10°, на юге — +3—4° С год. сумма осадков — от 200—250 мм в тундровой и степной зонах до 500—600 мм — в лесной.

---

* Раздел написан при участии Г. Б. Грин.

Орографические и климатические особенности в свою очередь определяют своеобразие почвенно-растительных характеристик Обь-Иртышского бассейна, в котором представлены болота на севере и солонцы с солончаками — на юге, черноземы и каштановые почвы — южных степей и вечная мерзлота тундры. Это в свою очередь определяет направление развития сельского хозяйства бассейна.

Разнообразие орографических и климатических условий определяет также гидрологический режим речных систем рассматриваемого бассейна. Здесь имеются горные реки с их типичным режимом, крупные равнинные речные системы, большие и малые пересыхающие водотоки, огромные заболоченные массивы и великое множество разнообразных пресных и соленых озер. Каждый тип естественных водных объектов характеризуется своеобразным водным, гидрохимическим, качественным, тепловым и др. режимами.

Западно-Сибирская низменность, занимающая большую часть исследуемого региона с ее спецификой определяет и основную особенность водно-теплового режима территории в целом. Он характеризуется следующим: на огромном озерно-болотном фоне недостаточно «активно работает» речная сеть по отводу поверхностного стока и дренированию грунтовых вод. В силу этого здесь создается избыток воды, который скапливается в поверхностных горизонтах почво-грунтов и стимулирует наступление болот на сушу. Другой причиной, вызывающей заболачивание территории, являются значительные подпоры на реках и долговременная задержка весеннего половодного стока на широких пойменных пространствах. Отсюда главная гидрологическая задача северной и отчасти центральной части региона — изменение условий увлажненности и преобразование неблагоприятной природной обстановки заболоченных районов с целью создания оптимальных условий для жизни и деятельности человека и одновременно для эффективного использования природного потенциала этой территории. Соответственно, одна из основных задач, входящих в общую проблему территориального перераспределения водных ресурсов, заключается в разработке оптимальных режимов попусков из гидроузлов с целью улучшения дренированности территорий, прилегающих к русловой части реки.

Наряду с охарактеризованными выше переувлажненными территориями с избыточным балансом водных ресурсов имеются также и остро засушливые районы, страдающие либо от полного отсутствия воды, либо от ее недостатка. К ним прежде всего относятся районы Центрального Казахстана и отдельные участки Павлодарской, Омской и Новосибирской областей. Следовательно надо учитывать еще одну природную особенность территории: если на севере испарение равно испаряемости, то на юге испаряемость может достигнуть 1200 мм, что почти в 10 раз превышает количество выпадающих осадков.

Промышленный и сельскохозяйственный потенциал территории Обь-Иртышского бассейна значителен и играет большую роль в общесоюзной экономике. Этому способствуют богатейшие природные ресурсы всей территории и достаточно высокий биоклиматический потенциал ее южных районов. Вместе с тем суровые климатические условия севера определяют и усугубляют неравномерность распределения плотности населения в исследуемом бассейне, что в достаточной степени сдерживает более широкое освоение богатств края и более интенсивное развитие здесь производительных сил.

Наличие богатейших запасов газа, нефти, угля, железных руд, разнообразных цветных металлов и др. предопределяет развитие здесь таких видов промышленного производства как добыча и переработка этих природных ресурсов, а на их основе — развитие черной и цветной металлургии, машиностроения, химической и др. видов промышленности; огромные лесные богатства являются основой для развития здесь в широком масштабе лесной и деревообрабатывающей промышленности.

Равнинные степные просторы южных частей Западной Сибири и северных районов Казахстана, обладающие плодородными почвами и обилием тепла, способствуют широкому развитию здесь почти всех видов сельскохозяйственного производства. Основная специализация сельского хозяйства — производство зерна (яровая пшеница, просо, ячмень, гречиха и др.) в сочетании с мясо-молочным животноводством на основе богарного и орошаемого земледелия — производство кормов для животноводства, картофеля и овощей для прилегающих промышленных районов. Лишь небольшие площади используются под орошение зерновых культур.

В основном меридиональное расположение главных речных систем способствует более интенсивному освоению территории северных районов, где нет достаточного количества железных и автомобильных дорог. Так, в Томской, Тюменской и Омской областях водные пути являются основными транспортными коммуникациями.

Все эти природно-экономические особенности Обь-Иртышского бассейна предопределяют в свою очередь и основные направления в развитии здесь водного хозяйства:

— Обь-Иртышский бассейн в целом характеризуется комплексным составом водопотребителей и водопользователей. Сюда входят промышленность и коммунально-бытовое хозяйство, сельское хозяйство (обводнение и орошение), рыбомелиорация и требования рыбного хозяйства к режиму уровней и расходов в р. Оби и р. Иртыше, водный транспорт, гидроэнергетика и требования в поддержании необходимого санитарного состояния реки. Помимо традиционных участников, в качестве водопотребителей можно выделить пойму. В год средней водности пойма р. Оби от г. Новосибирска до с. Белогорье аккумулирует до 25 км^3 воды в год средней водности, что составляет около 25% от объема половодья в

этом створе. Это количество воды нельзя отождествлять просто с потерями воды, поскольку постепенно большая часть ее возвращается в русло. Это явление хорошо демонстрирует плавная кривая спада половодья, которое носит очень растянутый характер. Исключение составляет среднее течение р. Иртыша, где происходит значительная безвозвратная потеря стока;

— в водохозяйственном комплексе Обь-Иртышского бассейна должны рассматриваться также и другие, присущие только этому бассейну, природные комплексы, сохранение и поддержание которых зависит от их водообеспечения. Это: Кургальджинский заповедник международного значения по сохранению водно-болотных птиц (и прежде всего розового фламинго) на базе оз. Тенгиз в Целиноградской области; уникальные целебные природные оазисы Центрального Казахстана (Баянаул, Боровое, Каркаралинск и др.); березовые колки юга Западной Сибири, реликтовые ленточные боры, примыкающие к отдельным участкам долины Иртыша и т. д.; и, наконец, весьма ранимые в силу своей северной специфики таежные и тундровые природные комплексы, которые уже в настоящее время испытывают ощутимые негативные антропогенные изменения;

— для большинства крупных рек Обь-Иртышского бассейна (Обь, Томь, Тобол, Иртыш) ведущая роль в использовании водных ресурсов принадлежит промышленно-коммунальному комплексу.

— вместе с тем, роль сельскохозяйственного водообеспечения здесь также велика, т. к. отсутствие необходимого естественного увлажнения в большинстве южных районов бассейна определяет развитие здесь регулярного и лиманного орошения, требующего проведения крупных водохозяйственных мероприятий по строительству каналов, водохранилищ, насосных станций, оросительных и дренажных систем, мелиорации пойменных территорий для их использования в качестве кормовой базы и т. д;

— водно-транспортное использование бассейна значительно большее, чем это свойственно другим рекам Срединного региона, делает водный транспорт также равноправным участником ВХК практически для всего Обь-Иртышского бассейна;

— наличие богатейших рыбных запасов, прежде всего в центральных и северных частях Обь-Иртышского бассейна, определяет необходимость учета требований этого компонента как неотъемлемой части всего водохозяйственного комплекса бассейна. Требования рыбного хозяйства к режиму уровней и расходов рек Оби и Иртыша как раз и заключается в том, чтобы сохранить естественный режим залития и обсыхания поймы, которая является главным местом размножения и нагула рыб;

— интенсивное промышленно-коммунальное использование водных ресурсов бассейна вызывает не менее интенсивное и качественное изменение, что создает для водного хозяйства еще одну важную задачу — обеспечение во всех источниках водоснабжения надлежащего качества воды;

— особенностью водного хозяйства Обь-Иртышского бассейна является необходимость подключения, «привязки» к нему не обеспеченных водой бессточных районов Центрального Казахстана и междуречий (оз. Чаны и др.), т. к. единственным реальным источником водоснабжения этих районов могут рассматриваться лишь прилегающие бассейны Иртыша или Оби;

— еще малое по сравнению с потенциальными возможностями использование гидроэнергетических ресурсов в бассейне. Так, из потенциальной мощности ГЭС, равной 31 млн. кВт с выработкой 270 млрд. кВт. ч, используется в настоящее время соответственно 1,5 млн. кВт. и 6 млрд. кВт. ч.;

— незавершенность строительства необходимого количества регулирующих емкостей в бассейнах Оби и Иртыша и невозможность в ряде случаев их дальнейшего наращивания, особенно в нижнем и среднем течении, создает ряд трудностей в обеспечении водой многих участников ВХК как в настоящее время, так и на перспективу. Такое положение свойственно, прежде всего, Иртышскому бассейну. Достаточно напряженной водохозяйственная обстановка складывается в зоне влияния Новосибирского гидроузла. Ощутимые трудности с водообеспечением наблюдаются также и в бассейнах Тобола и Томи, вызванные, главным образом, некачественным состоянием их водных ресурсов. Такие особенности функционирования ВХС локальных бассейнов обостряют проблему поисков оптимальных решений для бассейна в целом даже на современном уровне развития водопотребления;

Главной особенностью водного хозяйства Обь-Иртышского бассейна в настоящее время является то, что он становится источником переброски части стока в южные районы Западной Сибири, Урала, Казахстана и Средней Азии. Осуществление проекта переброски ставит перед водным хозяйством Оби и Иртыша новые задачи, основные из которых сводятся к следующему:

а) сочетание передачи части стока на юг с оптимальным обеспечением своих собственных нужд;

б) обеспечение до переброски коренного улучшения качественных характеристик в зоне изъятия;

в) научно-обоснованное определение предельно допустимых объемов изъятия с целью недопущения необратимых негативных последствий для окружающей территории;

г) увязка своих внутрибассейновых перебросок стока с решением бассейновых водохозяйственных проблем и с проектом главного Сибаральского канала.

Следовательно даже подготовка к осуществлению этого проекта ставит перед водным хозяйством Обь-Иртышского бассейна ряд новых и своеобразных задач, а его осуществление станет основной и определяющей особенностью всей водохозяйственной структуры региона.

В бассейне Обь-Иртыша в настоящее время насчитывается свыше 100 водохранилищ, рассчитанных на задержание весеннего

стока с суммарной полезной емкостью около 50 км³. Если учесть, что сток р. Оби у г. Салехарда примерно 400 км³, то видно, что бассейн зарегулирован слабо. В бассейне собственно р. Оби — 10 водохранилищ с полезной емкостью 5,25 км³ (Новосибирское — 4,4 км³, Илевское на р. Алей — 0,42 км³, бессточная область — 0,38 км³). Сейчас на р. Томи строится крупное Крапивинское водохранилище с полезной емкостью 9,7 км³. В бассейне р. Иртыша действуют около 20 водохранилищ (наиболее крупных) с суммарной полезной емкостью — 39,4 км³. Среди них самое крупное в Обь-Иртышском бассейне Бухтаминское — 30,8 км³ (р. Иртыш), Усть-Каменогорское — 0,17 км³, на р. Ишим — Вячеславское — 0,378 км³, Сергеевское — 0,635 км³. Кроме этого строится Шульбинское водохранилище на р. Иртыш, полезная емкость которого на первом этапе строительства будет 1,47 км³, а на втором этапе — 7,14 км³. В бассейне р. Тобола около 70 водохранилищ суммарной полезной емкостью около 5 км³, из них 13 осуществляют многолетнее регулирование, остальные — сезонное.

Для конкретизации структуры разрабатываемой имитационной системы целесообразно рассмотреть основные особенности водного хозяйства бассейна Обь-Иртыша применительно к выделенным узлам управления.

Бухтарминский гидроузел (96). Имеет самую крупную гидроэлектростанцию бассейна ($N_{уст.}$=675 МВт) и водохранилище многолетнего регулирования с полезным объемом 31 км³, что позволяет контролировать около 160% объема стока в створе (или 35% стока в устье р. Иртыш). Бухтарминский гидроузел имеет комплексное назначение. Согласно «Основным положениям правил использования водных ресурсов водохранилищ Бухтарминской и Усть-Каменогорской ГЭС», в нижний бьеф подаются промышленные, навигационные, санитарные попуски и весенние попуски на затопление Иртышской поймы. Сельскохозяйственный попуск проводится в течение 15 дней в первой половине мая размером 1900 м³/с, а затем устанавливается на период навигации гарантированный навигационный попуск размером 550 м³/с ежесуточно. В зимний период расход составляет 390 м³/с.

Бухтарминское водохранилище может работать как компенсатор, при условии заполнения его емкости. В связи с нарушением установленных правил эксплуатации (1970—1979 гг.) и длительным острым (1974—1977 гг.) маловодным периодом, многолетние запасы воды были сработаны, и уровень воды в водохранилище за весь период эксплуатации ни разу не достигал отметки НПУ.

Усть-Каменогорский гидроузел (96.1) имеет гидроэлектростанцию ($N_{уст.}$=332 МВт) и водохранилище суточного регулирования с полезным объемом 0,035 км³. Назначение этого водохранилища — обеспечить гарантированные навигационные попуски 550 м³/с) в период навигации и 390 м³/с зимой. Усть-Каменогорское водохранилище расположено в нижнем бьефе Бухтарминского и практически Усть-Каменогорская ГЭС работает при

отметке НПУ круглогодично. Ввиду малой емкости Усть-Каменогорского водохранилища расходы воды Бухтарминской ГЭС пропускаются практически без трансформации. Бухтарминский и Усть-Каменогорский г/у работают как один узел по единым правилам эксплуатации.

Шульбинский гидроузел (97) — строительство ведется с 1976 г. и планируется завершить 1-ю очередь к 1985 г. Будет иметь гидроэлектростанцию ($N_{уст}$:=700 МВт, II этап — 1350 МВт) и водохранилище комплексного назначения полезной емкостью I этап — 1,47 км³ и II этап — 7,14 км*. Водохранилище позволит зарегулировать боковую приточность р. Иртыша ниже Бухтарминского гидроузла и увеличить контролируемую часть стока на 10,5 км³ в средний по водности год. Таким образом незарегулированным останется сток р. Иртыша, образуемый его нижними притоками рр. Омь, Ишим и Тобол. Шульбинское водохранилище позволит повысить обеспеченность затопления пойменных земель (сейчас P=60%) и, соответственно, повысить их продуктивность и обеспечить развитие регулярного орошения (150 тыс. га — I этап, 540 тыс. га — II этап) без ущерба для других отраслей народного хозяйства.

По проработкам Гидропроекта в качестве минимального судоходного принят попуск в нижний бьеф Шульбинской ГЭС — 650 м³/с с обеспечением расхода в створе г. Омска — 600 м³/с. Для обеспечения работы Шульбинской ГЭС в зимний период полной установленной мощностью с неограниченным суточным регулированием необходимо создание в нижнем бьефе водохранилища контррегулятора, функции которого может выполнять проектируемое водохранилище Семипалатинской ГЭС (рекомендовано к строительству до 2000 г.). При отсутствии Семипалатинского водохранилища работа Шульбинской ГЭС в пиковом режиме и зимой будет невозможна из-за подтопления г. Семипалатинска. Семипалатинское водохранилище имеет комплексное назначение. Оно позволит осуществить самотечное орошение массива площадью 60 тыс. га на левом берегу Иртыша. Установленная мощность Семипалатинской ГЭС — 330 МВт.

Новосибирский узел (108) имеет единственную (действующую) электростанцию на р. Оби и водохранилище неглубокого сезонного регулирования с полезной емкостью 4,4 км³, $N_{уст.}$=455 МВт. Объем контролируемого стока в створе ГЭС составляет около 8%. Водохранилище имеет комплексное назначение. Его ресурсы используются для энергетики, водного транспорта, рыбного хозяйства, на нужды промышленности, сельского хозяйства и населения. Водозабор осуществляется как из верхнего бьефа, так и из нижнего. Режим работы ГЭС регламентирован «Основными положениями правил использования водных ресурсов Новосибирского

---

* При рассмотрении проекта Шульбинской ГЭС в ГЭК Госплана СССР в эти величины были внесены изменения.

водохранилища», утвержденных Минводхозом РСФСР в 1969 г. ГЭС работает на попусках в интересах водного транспорта и санитарного состояния реки, осуществляя суточное регулирование, ограниченное этими попусками: летом — 1300 м³/сек и не менее 450 м³/сек — зимой. После создания водохранилища (1959 г.), в связи со срезкой первой половины волны в средние и маловодные годы ухудшились условия сельскохозяйственного использования поймы на участке до Колпашево. В настоящее время из-за посадки уровня в нижнем бьефе (до 1,5 м) наблюдаются трудности с водообеспечением всех других участников водохозяйственного комплекса этого узла.

Крапивинский гидроузел (107.1) — р. Томь — строится с 1975 г. на р. Томи выше г. Кемерово. Крапивинское водохранилище — полезная емкость 9,7 км³, регулирует сток реки Томи (33% стока в створе), который отличается очень резкими внутригодовыми колебаниями (примерно 70% стока летом, 30% — зимой. Половодье, как и на верхней Оби, проходит несколькими волнами, пик половодья обычно приходится на первую половину мая).

Река Томь является основным источником водоснабжения промышленно развитых районов Кемеровской и Томской областей (Кузбасс). Там сконцентрирована горно-металлургическая промышленность, машиностроение и химическая промышленность, сбросы которых также поступают в р. Томь. Загрязненность реки уже сейчас стала сдерживающим фактором для дальнейшего развития промышленности и населения в бассейне р. Томи. В связи с этим, основное назначение Крапивинского водохранилища — регулирование паводкового стока и значительное увеличение меженных расходов в санитарных целях. Это самое крупное водохранилище в нашей стране, создаваемое в санитарных целях. Кроме этого, оно изменит режим затопления поймы и улучшит транспортное использование реки. Основные требования по улучшению санитарного состояния, предъявляемые к режиму Крапивинского водохранилища, сводятся к поддержанию у г. Кемерово расхода воды не менее 430 м³/с, что увеличивает минимальные меженные расходы в 10 раз. Установленная мощность ГЭС — 300 МВт. Крапивинский гидроузел работает изолированно и обратной связи не имеет.

Тобольский гидроузел (101) — обеспечивает расчетную подачу воды в главный Сибаральский канал после ее поступления по левобережному Иртышскому каналу. В составе I пускового комплекса (уровень развития собственного водопотребления — 1990 г.) он обеспечивает в главный канал переброски среднемноголетний отъем стока р. Иртыш 8,8 км³ в год при минимальных попусках в нижний бьеф 900 м³/с — летом и 240 м³/с — зимой и при максимальном расходе главного канала переброски 600 м³/с.

Отметка НПУ 38 и Тобольского г/у поддерживается до того времени, пока при прохождении половодья (для р. Иртыш у г. Тобольска IV—VII м-цы) расход в створе гидроузла не достигнет

3000 м³/с, при дальнейшем увеличении расхода происходит выравнивание уровней верхнего и нижнего бьефов и сброс паводка происходит при полностью открытых пролетах водосбросной плотины. На спаде половодья при расходах менее 3000 м³/с постепенно перекрываются водосбросные отверстия и в верхнем бьефе поддерживается отметка НПУ, которая на отметке 38 м назначена из условия имитации бесплотинного водозабора в главный канал переброски при пропуске расхода весеннего половодья.

При осуществлении переброски Обской воды на юг Срединного региона появляются другие особенности, связанные с переброской.

Как указывалось в главе 1, Союзгипроводхозом составлено ТЭО переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана, а Госплан разрешил Минводхозу СССР приступить к проектированию Главного канала переброски на объем 27,2 км³ воды ежегодно. Завершить проектно-изыскательское работы намечено в 1986 г.

Сибирско-Аральский канал объединит бассейн Оби с бассейном Аральского моря. Источником для изъятия речного стока явится среднее течение Оби и низовье Иртыша. Место водозабора в канал выбрано таким образом, чтобы исключить влияние отбора воды на водохозяйственный баланс Обь-Иртышского бассейна в зоне существующего и перспективного развития водопотребления. Объем отбора определен величиной 27,2 км³ речного стока, который не причинит какого-либо ущерба потребителям верхнего и среднего течения бассейна.

В материалах ТЭО дана оценка возможного влияния роста водопотребления в верховьях Оби и Иртыша на водозабор в Сибаральский канал. Установлено, что даже при развитии орошаемого земледелия в пределах всех имеющихся пригодных земель и максимально возможном росте потребностей других отраслей народного хозяйства в отдаленной перспективе, в районе с. Белогорье будут иметься достаточные водные ресурсы для забора в Главный канал переброски в предлагаемых объемах. Это обусловлено как полноводностью бассейна, так и особенностями водопользования в его пределах. Среднемноголетний сток р. Оби в створе водозабора составляет 330 км³. Из этого объема на участке реки в северной части бассейна, где практически отсутствуют водопотребители (Обь — ниже г. Новосибирска, Иртыш — ниже г. Тобольска) формируется 210 км³ воды в год. Этот сток удовлетворяет сейчас рыбное хозяйство и водный транспорт. Объем 27,2 км³ воды составит 7—8% от стока в створе с. Белогорье (102 узел управления), несколько ухудшит условия судоходства на небольшом участке Нижней Оби.

Учитывая перспективы развития водопотребления в Обь-Иртышском бассейне в перспективном водохозяйственном балансе зарезервирован значительный объем стока для развития промышленно-коммунального водоснабжения и орошения.

Площадь орошаемых земель в 1980 г. здесь составляла 930 тыс. га. Дальнейшее развитие орошения по максимальному варианту принято следующим: в 1990 г. — 3120 тыс. га; в 2000 г. — 6389 тыс. га; в 2020 г. — 10330 тыс. га, что соответствует практически всему фонду потенциально пригодных земель для орошения в Обь-Иртышском бассейне.

Для обеспечения всех потребителей в воде зарезервированы следующие объемы воды: для 2000 г. — 28,4 км³ и для 2020 г. — 47.8 км³ воды (из располагаемых 330 км³ в створе водозабора на Оби). Наряду с безвозвратным водопотреблением на нужды народного хозяйства в расчетах учитывались различного рода потери и возможное увеличение забора воды из Черного Иртыша на территории КНР, а также обязательные расходы воды на навигационные и санитарные попуски. Водохозяйственные расчеты и балансы, которые представлены в главе 3, подтвердили достаточность водных ресурсов Обь-Иртышского бассейна как для собственного водообеспечения на всю обозримую перспективу, так и для переброски части их на юг в объеме 27,2 км³ в год. Принципиальное значение для эффективного использования перебрасываемых вод имеет их распределение по зонам использования, это рассмотрено ниже в 3 и 6 главах.

Трасса Сибаральского канала начинается в районе с. Белогорье на р. Обь (подробно рассмотрено в главе 4), проходит сначала по левому берегу р. Иртыша к г. Тобольску (Тобольский гидроузел — 101 узел, рис. 4.1), а затем по правому берегу р. Тобол; далее преодолевает водораздел по Тургайской седловине; выходит к р. Сырдарье в районе Джусалы, пересекает междуречье Сырдарьи и Амурдарьи и на 2550 км подключается к Амударье между Тюямуюном и Тахиаташем. При объеме переброски 27,2 км³ пропускная способность канала в голове составит 1150 м³/с. Вода на водораздел поднимается семью насосными станциями на общую высоту 110 м. На трассе канала предусмотрено устройство системы сооружений, основными из которых являются: Тобольский гидроузел на р. Иртыш, насосные станции, перегораживающие сооружения, сбросы из канала, сооружения на пересечениях канала с водотоками, водовыпуски в магистральные каналы, мостовые переходы. В Северном Приаралье предусматривается наливное Тегизское водохранилище, предназначенное для перерегулирования равномерной водоподачи на начальной части канала в пиковый график ирригационного водопотребления на конечном его участке. В процессе проектирования Сиб-Аральского канала будут проработаны варианты трассы его на различных участках, в частности Институт Средазгипроводхлопок трассирует канал от Тургая по более высоким отметкам с выходом к Кзыл-Ординскому гидроузлу на р. Сырдарье и устройством наливного Карасайского водохранилища в предгорьях Каратау на востоке от трассы.

Строительство канала Сибарал намечено осуществлять поэтапно пусковыми комплексами, с подачей воды потребителям по мере

завершения строительства отдельных участков канала. За счет перебрасываемой воды появится возможность дополнительного орошения 4,5 млн. га земель.

Осуществление крупной государственной задачи — переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана явится огромным вкладом в развитие производительных сил и в увеличение продовольственных ресурсов страны на длительную перспективу.

Бассейн Аральского моря. Водохозяйственная система Аральского моря условно объединяет реки бассейнов Амударьи, Сырдарьи, Чу, Таласа, Ассы. Большую часть водных ресурсов бассейна Аральского моря составляет сток двух основных рек — Сырдарьи и Амударьи. Среднемноголетний сток рек бассейна собственно Амударьи равен 68,1 км³ в год, а с учетом бассейнов, тяготеющих к Амударье в водохозяйственном отношении, (т. е. в «большом бассейне» Амударьи) достигает 79,5 км³/год. В год 90%-ной обеспеченности ресурсы стока составляют соответственно 52,2 и 60,0 км³/год. Второе место по водности занимает бассейн р. Сырдарьи, суммарный многолетний сток рек которого равен 36,7 км³/год, в год 90%-ой обеспеченности — 26,6 км³/год.

Из-за существенной внутригодовой и многолетней неравномерности речного стока среднемноголетний объем стока рек бассейна Аральского моря не может рассматриваться как объем располагаемых водных ресурсов. Так, за счет многолетней неравномерности стока рек его располагаемая величина в маловодный год 90%-ой обеспеченности, т. е. гарантированная с указанным уровнем надежности, снижается до 94,8 км³/год, а за счет внутригодовой неравномерности гарантированная величина стока находится в пределах 50—60 км³/год в зависимости от водности года, т. е. меньше среднемноголетней величины стока почти в два раза.

Таким образом, для полного использования потенциальных водных ресурсов этого региона требуется создание водохранилищ сезонно-многолетнего регулирования стока. Для повышения водообеспеченности и приближения естественного режима рек к требованиям водопотребителей создана система водохранилищ, осуществляющих сезонно-годичное и многолетнее регулирование стока, общей емкостью 60—65 км³ (полезная — 40—45 км³).

Основным потребителем воды в бассейне Аральского моря как в современных условиях, так и в перспективе является орошаемое земледелие. Отбор воды на орошение (брутто) уже в существующих условиях составляет около 90 км³ в год. Собственными водными ресурсами рек бассейнов Амударьи и Сырдарьи может быть орошено до 8,5 млн. га, из 58 млн. га, пригодных для орошения. В настоящее время в этих бассейнах орошается на территории СССР 6,2 млн. га. Планами развития народного хозяйства СССР в бассейнах этих рек предусматривается дальнейшее развитие орошаемого земледелия. В связи с этим, как показано в работах Бостанджогло А. А. (1980), Воропаева Г. В. (1982), Бостанджог-

ло А. А., Воропаева Г. В., Шумакова Б. Б. (1982), Воропаева Г. В. (1983), Бостанджогло А. А., Федорова Б. Г. (1983), Воропаева Г. В., Исмайылова Г. Х., Федорова В. М. (1983), Бостанджогло А. А., Исмайылова Г. Х. (1983), водные ресурсы в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи будут исчерпаны соответственно на уровне 1990—1995 гг., причем водохозяйственный баланс будет сводиться с большой напряженностью. При этом учитывается, что все построенные и строящиеся водохранилища в бассейных главных среднеазиатских рек заполнятся и будут эксплуатироваться по проектному режиму, будет осуществлена комплексная реконструкция староорошаемых систем и будут привлечены подземные воды в объеме 6 км³/год.

Первостепенная роль должна быть отведена комплексному переустройству старых оросительных систем на площади 4,1 млн. га. Головной водозабор в оросительные системы бассейнов Амударьи и Сырдарьи при этом может быть снижен на 17 км³ в год, и фактическая экономия воды с учетом снижения повторно используемых возвратных вод (как результат повышения КПД) составит в целом по двум бассейнам порядка 10 км³/год, этот вопрос исследован в главе 4.

Вторым по значению участником водохозяйственного комплекса в бассейне Арала является гидроэнергетика. Основные гидроэнергоресурсы сосредоточены в горных частях бассейнов рек. Экономически эффективные гидроэнергоресурсы рек бассейнов Сырдарьи и Амударьи оцениваются величиной более 110 млрд. квт ч. в год. Все построенные и строящиеся крупные ГЭС располагаются при комплексных водохранилищных узлах. Роль других водопотребителей менее значительна.

Бассейн Аральского моря как элемент таксономической схемы физико-географического районирования характеризуется определенными природными особенностями. Количественные значения гидротермического коэффициента (по А. Н. Костякову) в районах аридной зоны варьируют в очень широких пределах. В среднеазиатских республиках наряду с районами, где $\mu=0{,}8$, имеют место обширные территории острозасушливых районов, где $\mu<0{,}1$. Анализируя эти районы с точки зрения мелиоративных особенностей, обнаруживаем их глубокие различия как в водном, так и в солевом режиме почво-грунтов и грунтовых вод. К этому следует добавить, что водные мелиорации того или иного направления вызывают, как следствие, настолько глубокие изменения естественной совокупности природных условий, что они воспринимаются как новый ландшафт. Если климатические особенности аридной зоны в сочетании с физиологическими особенностями растительных сообществ определяют потенциальные размеры эвапотранспирации, то реальные размеры суммарного испарения в определенном районе этой зоны зависят от характера геологического разреза и водно-физических свойств составляющих его грунтов, от особенностей типа режима грунтовых вод, свойственных данному

району, от характера солевого профиля, формирующегося в условиях природной обстановки и тех коренных изменений, которые возникают в связи с орошением. Анализ геологических материалов, полученных в связи с орошением различных районов среднеазиатских республик позволил А. А. Рачинскому (1968) выделить следующие типы геологических разрезов: однородный грунт в слое большой мощности (20—40 м); однородный грунт ограниченной мощности; слоистый грунт. В свою очередь эти типы делятся на ряд подтипов. Так, например, первый тип делится на следующие три подтипа: грунт хорошей проницаемости, легкого механического состава; грунт средней водопроницаемости, среднего механического состава; грунт плохой водопроницаемости, тяжелого механического состава. Каждому вышеприведенному типу и подтипу свойственен свой механизм как в отношении внутреннего влагообмена, так и в отношении вертикального и горизонтального влагообмена.

Нигде так отчетливо не выступает связь водных ресурсов с природными и хозяйственными условиями, как в аридной зоне. Поскольку аридная зона располагается в зоне полупустынь и пустынь, ее гидрологический режим определяется климатическими условиями, свойственными засушливым областям. Однако горные системы, окаймляющие пустыни с юга, обусловливают наличие в пустынных областях аридной зоны водоносных рек, которые проникают далеко в глубь пустынь. Горы, преграждая путь влагоносным ветрам, являются аккумуляторами влаги. Здесь зарождается и формируется густая сеть рек, отличающихся высокой водоносностью. Предгорные пустынные равнины, куда поступает сток из горных районов, наоборот, обладают колоссальной испаряющей и влагопоглощающей способностью. Здесь сток рассеивается в атмосферу, фильтруется в грунт и интенсивно разбирается на орошение.

Этот процесс непрерывной аккумуляции атмосферной влаги горами и последующего ее расходования в равнинной части составляет основную черту гидрологического режима аридной зоны. Согласно В. Л. Шульцу (1965) в аридной зоне по соотношению элементов водного баланса различают: область формирования стока, соответствующую горным районам с развитой речной сетью, для которых характерно резкое преобладание осадков над испарением с суши; область рассеивания стока, занимающую предгорья и равнинную часть, для которой характерно резкое преобладание испарения над осадками и происходит интенсивный разбор воды на хозяйственные нужды.

Для определения изменения водных ресурсов в области формирования стока нами были рассмотрены наблюденные ряды стока в створах Токтогульского, Андижанского и Чарвакского водохранилищ, а также суммарного учтенного притока в Ферганскую долину и ЧАКИР, стока р. Вахш у кишл. Туткаул и стока р. Амударьи у г. Керки за период 1910—1975 гг. Анализ этих данных

показывает, что в многолетнем разрезе каких-либо односторонне направленных изменений в колебаниях стока в этих створах не обнаруживается, а проявляется лишь свойственное речному стоку чередование серий маловодных и многоводных лет. Для более четкого выявления кумулятивных свойств таких серий, что особенно важно для многолетнего регулирования стока, были исследованы также разностные интегральные кривые стока по этим же створам. Результаты показали, что многолетние колебания водности основных притоков Сырдарьи (рр. Нарын, Карадарья и Чирчик) и Амударьи (р. Вахш) при выходе их из горной области могут быть признаны синхронными. Наличие циклической синхронности в реках Средней Азии подтверждает также характер спектральных функций. Групповой анализ позволяет сделать вывод о том, что речному стоку в области его формирования свойственно наличие 5—6-летней цикличности, что необходимо учитывать в водохозяйственных и водно-энергетических расчетах. Однако с точки зрения хозяйственного использования водных ресурсов бассейна важно не только знание закономерностей многолетних колебаний стока, но и его внутригодовое распределение. Для внутригодового распределения стока в зоне его формирования характерно наличие растянутого весенно-летнего половодья (IV — IX), что обусловлено снеголедниковым питанием этих рек и внутригодовых ходом температуры воздуха в горах. Такой ход стока внутри года благоприятен с точки зрения его использования в орошаемом земледелии ведущим участником ВХС. Корреляционные матрицы месячных расходов воды показывают, что существует достаточно тесная связь не только между стоком смежных месяцев, но и между месяцами внутри вегетационного периода (IV — X). При этом величины коэффициентов корреляции изменяются от 0,50 до 0,90. Высокая степень связи имеет место между отдельными месячными расходами и годовым стоком ($r_{IV-год}=0{,}80$, $r_{VII-год}=0{,}93$, $r_{VIII-год}=0{,}85$, $r_{IX-год}=0{,}87$). Наличие тесной взаимосвязи месячного стока вегетационного периода позволяет полагать, что использование прогноза стока вегетационного периода может оказаться достаточно эффективным для управления водными ресурсами бассейна. Анализ параметров месячного стока свидетельствует об относительно небольшой изменчивости месячного стока $C_v=0{,}13—0{,}48$. Наибольшие значения C_v имеют место в апреле (0,26—0,48), а наименьшие — в осенне-зимний период (0,13—0,26). Так же, как и годовой сток, месячный сток в области формирования синхронен по территории. В связи с такой синхронностью по территории зоны его формирования, имеет место одновременное наступление маловодных и многоводных периодов по всему бассейну, что обусловливает снижение компенсирующих возможностей водохранилищ, расположенных на рр. Карадарья и Чирчик, и создает для этих водохранилищ некоторую самостоятельность их работы, что облегчает водохозяйственные расчеты.

В ближайшей перспективе условия формирования стока в горной части бассейнов аридной зоны сохранятся, по-видимому, без существенных изменений, поскольку интенсивное развитие народного хозяйства в этой зоне не намечается. Поэтому имеющие стоковые ряды могут быть приняты в качестве модели речного стока на перспективу. В качестве репрезентативного может быть принят период с 1910/11 по 1975/76 гг. Однако при решении ряда задач, особенно оптимизационных, использование указанного периода связано с большими затратами машинного времени. В связи с этим возникла необходимость выбора менее продолжительного расчетного периода, результаты вычислений по которому бы соответствовали результатам расчетов по всему имеющемуся ряду. Выбор репрезентативного периода осуществляется по трем признакам: совпадению среднемноголетних значений стока, вычисленных по исходному и выделенному ряду; по сравнительно равномерному распределению величин стока расчетного периода по всей амплитуде обеспеченностей исходного ряда; совпадений среднего распределения стока по месяцам (в % от годового объема) по исходному и выделенным рядам. В результате исследований период наблюдений 1932/33 — 1975/76 гг. был принят в качестве расчетного. По первому признаку производилось сопоставление среднемноголетних значений стока, вычисленных по полному и выделенному рядам наблюдений. Проведенный подобным образом анализ показал, что средние значения водности рек в бассейнах Сырдарьи и Амударьи за 1910/11 — 1975/76 гг. и 1932/33 — 1975/76 гг. практически совпадают между собой.

По второму признаку репрезентативность выделенного периода оценивалась по кривым обеспеченности годового стока рек. На данных кривых, построенных по всему имеющемуся ряду наблюдений, особо выделялись точки, относящиеся к 1932/33—1975/76 гг. При этом обнаружилось, что эти точки весьма равномерно распределяются на кривых по всей амплитуде обеспеченностей и, следовательно, указанный отрезок времени достаточно объективно отражают общую структуру многолетних колебаний водности рек в рассматриваемых бассейнах. Об этом же свидетельствует и тот факт, что построенные раздельно по полному и выделенному рядам наблюдений кривые обеспеченности фактически не различаются между собой.

По третьему признаку проверка репрезентативности для выбранных характеристик водных ресурсов осуществлялась путем сопоставления среднего распределения стока по месяцам (в % от годового объема) за весь имеющийся и выделенный периоды наблюдений. Такая проверка показала близкую сходимость процентного внутригодового распределения водности рек в обоих бассейнах за сравниваемые отрезки времени.

В результате исследований период наблюдений 1932/33—1975/76 гг. был принят в качестве расчетного.

Развитие сельскохозяйственного производства и других отраслей народного хозяйства, естественно, сказывается на изменении количественных показателей водных ресурсов в зоне их использования. При этом наиболее ощутимо влияние хозяйственной деятельности сказывается в вегетационный период, когда из рек изымается значительное количество воды. Если в верхнем и среднем течении р. Сырдарьи годовой сток заметно уменьшается лишь в маловодные периоды (начало 60-х и 70-х годов), то в нижнем течении он резко уменьшается и в многоводные годы. Уменьшение стока по длине реки наиболее интенсивно происходит, начиная с 60-х годов. Так, в первой половине 70-х годов за пределы Ферганской долины выходило в среднем 60%, за пределы Среднего течения лишь 44%, а из орошаемой зоны (г. Казалинск) — менее 20% стока, сформированного в горах. В маловодные годы сток по длине реки уменьшается еще более интенсивно. Так, в 1974 г. до створа г. Кокбулак доходило лишь 33% поверхностного стока, сформированного в горах, а в дельту Сырдарьи (г. Казалинск) — 13%. В 1975 г. в верхнем течении реки (г. Бекабад) было израсходовано 53% поверхностных водных ресурсов реки, в среднем течении (интегрально) — 75%, и в нижнем — 98%. Таким образом, сток ниже г. Казалинска составил всего 2% (5,2 км³/год) поверхностных водных ресурсов, сформировавшихся в горах. Одновременно уменьшались и месячные величины стока, особенно в вегетационный период. Однако изменения внутригодового распределения стока не произошло. Это, по-видимому, объясняется, прежде всего, малым влиянием имеющихся емкостей (Кайракумское и Чардаринское водохранилища) и некоторой синхронностью режимов стока и потребления. Особенно существенно было снижение стока за вегетационный период в нижнем течении; начиная с 60-х годов, и в среднем течении, а с 70-х годов и в верхнем течении. В год средней водности сток в вегетационный период, поступающий в Среднее течение (г. Бекабад), составил 48% (в среднем за 1959—1975 гг.) стока, сформировавшегося в горах. Нижнее течение (г. Кокбулак) — 36%, а за пределы орошаемой зоны (г. Казалинск) — лишь 17%. В годы крайне маловодные (P=95%) сток Сырдарьи у Бекабада составлял в вегетационный период 31% притока с гор, у Кокбулака — 12%, а в Казалинске — 2%. В вегетационный период сток р. Сырдарьи до 60-х годов уменьшился лишь в створе г. Каль. Ниже по течению реки вследствие перераспределения стока во времени и по длине реки, а также воздействия ряда компенсационных факторов, он увеличился. После 60-х годов в створе г. Каль сток этого периода уменьшился еще более существенно, а в нижележащих створах уменьшился в сравнении с периодом до 60-х годов. На этом уровне использование стока невегетационного периода уже не компенсируется факторами, действующими до 60-х годов.

Проведенные исследования по оценке воздействия ВХС аридной зоны на водные ресурсы свидетельствуют прежде всего о том,

что резкие изменения ресурсов поверхностных и подземных вод произошли в зоне их использования.

В настоящее время оросительная способность большинства рек аридной зоны практически исчерпана. Суммарный водозабор на регулярное орошение из всех водных источников аридной зоны составляет около 90 км³ в год, из которых 39—40 км³ приходится собственно на бассейн Сырдарьи и 40—45 км³ — на бассейн р. Амударьи.

Исследование составляющих водного баланса (за период 1925/26 — 1975/76 гг.) по крупным водохозяйственным районам бассейна р. Сырдарьи показало: в Ферганском районе за рассматриваемый период на фоне циклических колебаний суммарного стока речных и подземных вод суммарное испарение до 50-х годов не имело сколько-нибудь явных однонаправленных тенденций, и только после 50-х годов можно говорить о некотором увеличении суммарного испарения. В то же время составляющие суммарного испарения — испарение с естественных участков и испарение в процессе хозяйственного использования воды имеют четкие тенденции в своих колебаниях: первое характеризуется снижением величин 2,9 км³/год до 0,75 км³/год, а второе, наоборот, увеличением их значений с 5,5 до 8,8 км³/год. Постоянная величина суммарного испарения объясняется тем, что в течение некоторого времени снижение величин испарения с естественных участков района компенсируется ростом испарения в процессе хозяйственного использования водных ресурсов, и лишь с середины 60-х годов можно говорить о том, что темпы роста антропогенного испарения начинают значительно опережать темпы снижения испарения с участков, занятых естественной растительностью.

Для Среднесырдарьинского района характерно значительное увеличение суммарного испарения — с 1,4 км³/год до 4,4 км³/год, т. е. в три раза, что обусловлено высокими темпами роста испарения воды в процессе ее хозяйственного использования, особенно четко проявившегося с середины 50-х годов, когда начиналось интенсивное освоение Голодной степи. Начиная с этого времени, имеют место резкое снижение величин оттока речных вод за пределы района.

Нижнесырдарьинский район, в котором в интегральном виде проявляются процессы, свойственные вышележащим районам, в рассматриваемый период характеризуется наличием четких тенденций в колебаниях составляющих баланса. Начиная с середины 50-х годов, приток речных вод систематически снижается, снижаются и величины испарения с территории, не подверженной хозяйственному освоению, что прежде всего обусловлено уменьшением притока воды к нижнему течению Сырдарьи. Приток речных вод в Аральское море также снизился с 15 до 6 км³/год. В то же время водозабор на хозяйственные нужды непрерывно увеличивается.

Сток возвратных вод на выходе из Ферганского района к середине 70-х годов увеличился в 1,8 раза по сравнению с концом 40-х годов, достигнув величины 10—12 км³/год, что составляет 50—60% от водозабора. Сток возвратных вод Среднесырдарьинского района с середины 50-х годов увеличился в 2,2 раза, достигнув величины 2,0—3,0 км³ в год, а Чирчикского — в 1,3 раза при величинах стока 2,5—3,0 км³ в год.

Выявленные тенденции в колебаниях составляющих водохозяйственного баланса позволяют определить их возможные величины в ближайшей перспективе при условии сохранении темпов развития и способов ведения водного хозяйства, присущих последнему из выявленных характерных периодов в динамике составляющих баланса.

В результате на уровень 1985 г. были получены следующие средние величины составляющих баланса:

Ферганский район: $W_{пр.} = 27{,}31$ км³/год; $W_{затр.} = 11{,}05$ км³/год, $W_{от.} = 16{,}26$ км³/год;

Среднесырдарьинский район: $W_{пр.} = 15{,}82$ км³/год, $W_{затр.} = 5{,}39$ км³/год, $W_{от.} = 10{,}43$ км³/год;

Чирчикский район: $W_{пр.} = 9{,}26$ км³/год, $W_{затр.} = 5{,}12$ км³/год, $W_{от.} = 4{,}14$ км³/год;

Нижнесырдарьинский район: $W_{пр.} = 11{,}59$ км³/год, $W_{затр.} = 8{,}37$ км³/год, $W_{от.} = 3{,}22$ км³/год.

Анализ хозяйственных показателей был осуществлен по административным районам, оросительным системам каналов и крупным водохозяйственным районам. В качестве исходных материалов были использованы отчетные данные областных статистических управлений и управлений оросительных систем за период 1965—1978 гг.

Анализ динамики орошаемых площадей показывает, что во всех крупных водохозяйственных районах бассейна Сырдарьи в рассматриваемый период (1965—1978 гг.) имел место рост орошаемых площадей. Однако темпы роста различаются как от района к району, так и по периодам (пятилеткам). Так, например, прирост орошаемых площадей по Среднему и Нижнему течению составил >100% (Нижнее течение — со 105 до 255 тыс. га, Среднее течение — с 270 по 620 тыс. га), тогда как для ЧАКИРа прирост составил 5% (с 320 до 340 тыс. га), а для Ферганской долины — 10% (с 1040 по 1170 тыс. га). Если рассматривать приросты орошаемых площадей по 5-леткам, то можно заметить, что по Среднему течению за период с 1966 по 1970 гг. прирост составил 240 тыс. га (100%), а за последующий период (1970—1975 гг.) — только 120 тыс. га (23%), а в последнюю пятилетку темпы прироста резко снизились, приближаясь к нулю. В нижнем течении прирост площадей происходил до середины 70-х годов, а начиная с 1974 г., темпы прироста близки к нулю. В ЧАКИРе прирост весьма незначителен и почти не меняется по 5-летиям, то же самое наблюдается и в Ферганской долине. В разрезе ад-

министративных районов отмеченные тенденции, хотя и сохраняются в целом, но наблюдаются и нарушения этих тенденций.

Основной причиной отмеченной неравномерности динамики орошаемых земель являтся то, что в середине — конце 60-х годов имелись свободные плодородные земли и водные ресурсы для их освоения, тогда как, начиная с 70-х годов, все меньше и меньше остается неосвоенных плодородных земель, и, самое главное, начинает сказываться нехватка водных ресурсов. К тому же наблюдающиеся изменения мелиоративного состояния орошаемых массивов привели к резкому увеличению высокоминерализованных возвратных вод в русло реки, что потребовало совершенствования существующих оросительных систем. Все это не могло не сказаться на величинах других показателей использования водных ресурсов и, в частности, на величинах водозабора.

На фоне общего снижения удельного водопотребления, присущего в той или иной степени всем участкам бассейна р. Сырдарьи, наблюдается повсеместное увеличение урожайности всех орошаемых сельскохозяйственных культур. В ЧАКИРе и Ферганской долине за рассматриваемый период урожайность увеличилась с 27 до 32—35 ц/га, в Среднем течении — с 22 до 25 ц/га. Урожайность риса в Нижнем течении увеличивается с 30 до 45—45 ц/га. На фоне общей тенденции увеличения урожайности наблюдаются колебания ее от года к году. Особенно резкое снижение урожайности было в аномальные по условиям возделывания хлопчатника годы, такие как 1968, 1975 гг.

Анализ продуктивности орошаемых земель показывает, что этому показателю, на фоне его общей тенденции к росту, свойственны колебания в широких пределах (во времени и по территории). При этом колебания продуктивности орошаемых земель синхронны колебаниям урожайности ведущих культур. Наиболее высокой продуктивностью отличаются земли Среднего течения, где она изменяется от 1240 руб./га (1966 г.) до 1400 руб./га (1977 г.) Такая высокая продуктивность объясняется тем, что на большей части орошаемых земель здесь возделывается хлопчатник, закупочные цены на который самые высокие. В таких же районах как ЧАКИР и Ферганская долина, где доля хлопчатника снижается, соответственно снижается и продуктивность земель, в ЧАКИРе она изменяется от 950 до 1240 руб./га. Наиболее наглядно роль ведущей культуры в оценке продуктивности земли можно видеть на примере Нижнего течения. Продуктивность земель в Нижнем течении изменяется от 370 до 540 руб./га. Если же рассмотреть продуктивность земель, занятых только рисом, то она резко увеличивается с 900 (1966 г.) до 1400 (1977 г.), руб./га.

Продуктивность оросительной воды имеет тенденцию к росту, на фоне ежегодных колебаний. Наиболее четко эта тенденция наблюдается в ЧАКИРе и Среднем течении, где она увеличивается с 6—7 коп./м³ в начале периода до 11 коп./м³ в конце его. Продуктивность оросительной воды в пределах Нижнего течения

меняется от 2 до 2,5 коп./м³. По отдельным административным районам продуктивность оросительной воды меняется в довольно широких пределах, что обуславливается колебаниями урожайности и техническим состоянием оросительных систем этих районов. Так, по Ленинскому району ЧАКИРа продуктивность воды увеличивается с 3 до 8 коп./м³, тогда как в таких районах, как Чиназский, Янгиюльский, Калининский, она возрастает от 7 до 14 коп./м³. Наибольшая продуктивность оросительной воды в Верхнечирчикском районе, где она увеличивается с 13 до 18 коп./м³.

Однако показатели продуктивности сами по себе не дают четкого представления об эффективности использования орошаемых земель без сопоставления их с производственными затратами. По всем рассмотренным водохозяйственным районам затраты со временем увеличиваются. По ЧАКИРу удельные затраты возросли с 640 руб./га в начале периода до 940 руб./га, по Среднему течению — с 460 до 930 руб./га, а по Нижнему — с 290 до 520 руб./га.

Как показал анализ природных и хозяйственных показателей функционирования ВХС водохозяйственных и административных районов бассейна Сырдарьи, эти показатели подвержены значительным изменениям как во времени, так и в пространстве. На этом фоне такие показатели как площадь орошаемых земель, их продуктивность, затраты, КПД имеют тенденцию роста, нарушаемую в отдельные годы (1968, 1971, 1975 гг.), характеризующиеся аномалиями погодных и гидрологических условий. Ряд показателей (удельное водопотребление, рентабельность) имеют тенденцию к снижению. Такой характер колебаний хозяйственных показателей обусловлен, с одной стороны, дифференциацией природных и мелиоративных условий (водно-физические свойства, литология, уровень грунтовых вод, плодородие, засоленность, естественное увлажнение и др.) по территории, а с другой — такого же рода дифференциацией хозяйственных условий (фондооснащенность, техническое состояние оросительных систем, коэффициенты использования земельных и водных ресурсов, удобрения и др.). Эти закономерности, свойственные ВХС аридной зоны, настоятельно требуют использования современных экономико-математических методов при планировании и управлении ими.

Большая дифференциация величин урожайности во времени и по территории бассейна Сырдарьи при незначительной разнице в водоподаче говорит о том, что к водораспределению, особенно в дефицитные периоды, необходимо подходить также дифференцированно с учетом потенциальных возможностей каждой оросительной системы.

Анализ режима работы основных регулирующих емкостей речного стока бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи за многолетний период позволил установить ряд закономерностей, свойственных их функционированию, основными являются:

— ВХС бассейна Аральского моря включает системы водохранилищ, осуществляющих сезонно-годичное и многолетнее регулирование. Водохранилища — Токтогульское, Кайраккумское, Чардаринское (на р. Сырдарье) и Рогунское (строящееся), Нурекское (на Вахше) и Тюямуюнское (на р. Амударье) — последовательно расположенные ступенями по течению соответствующих рек, организуют каскад водохранилищ;

— Чарвакское водохранилище на р. Чирчик, Андижанское на р. Карадарье работают сравнительно изолированно, т. е. в их функции входит снабжение водой только собственных потребителей;

— регулирование Сырдарьинского и Амударьинского каскада производится с подчинением режима каждого водохранилища соответственно условиям работы всего каскада в целом, т. е. производится компенсирующее регулирование, при котором увеличивается наибольший зарегулированный расход в низовом створе. В качестве компенсатора выступают Токтогольское и Кайраккумское (на р. Сырдарье), Рогунское и Нурекское водохранилища (на р. Амударье);

— для каждого водохранилища устанавливаются требования на воду с учетом возвратных вод внутри зоны командования. Учитываются также потери на испарение с зеркала водохранилища;

— основная функция Токтогульского водохранилища, осуществляющего многолетнее регулирование, состоит в компенсации дефицитов воды, возникающих как в Ферганской долине, так и в среднем и нижнем течение реки. Расположенное в верхней части бассейна и обладающее наибольшей регулирующей способностью Токтогульское водохранилище, как правило, срабатывается лишь в тех случаях, когда дефициты нижележащих участков не могут быть покрыты из ресурсов нижележащих водохранилищ бассейна, включая водные ресурсы частных водосборов, не регулируемых этими водохранилищами;

— Кайраккумское водохранилище регулирует: избыток стока р. Нарына (на участке Токтогул — Учкурган), р. Карадарьи и малых ферганских рек, зарегулированных местными водохранилищами, воды, сбрасываемые сверх графика водопотребления (через турбины или вхолостую) и из Токтогульского водохранилища при нормальном подпорном уровне (НПУ); санитарные и энергетические попуски из Токтогульского водохранилища, подаваемые в интересах потребителей среднего и нижнего течения; возвратные воды от орошения и промышленно-коммунального водоснабжения, поступающие из Ферганской долины;

— Чардаринским водохранилищем регулируются сбросы из Кайраккумского водохранилища сверх графика водопотребления (подаваемые через турбины или вхолостую) при отметке НПУ; попуски из Кайраккумского водохранилища (санитарные, энергетические и подаваемые транзитом из Токтогульского водохрани-

лища в интересах потребителей нижнего течения); возвратные воды от орошения и промышленно-коммунального водоснабжения; поступающие с территорий среднего течения, сбросы из Чарвакского и Архангаранского водохранилищ сверх графика водопотребления при отметке НПУ, возвратные воды на орошение и промышленно-коммунальное водоснабжение, поступающие с территории ЧАКИРа;

— расходы воды в нижних бьефах Токтогульского и Кайраккумского водохранилищ должны быть не менее 180 м³/с в период нормального водообеспечения (в том числе 100 м³/с — санитарный попуск и 80 м³/с — дополнительный энергетический попуск) и 100 м³/с — в период перебоев. Санитарный попуск ниже Чардары — 50 м³/с;

— режим работы Нурекского и Рогунского водохранилищ определяется прежде всего требованиями всего бассейна р. Амударьи, включая гидроэнергетику. Попуски из них назначаются в размере не более минимально необходимых для обеспечения заданного водопотребления на нижележащем участке, все избытки притока требуемого попуска аккумулируются в пределах полезных объемов Нурекского и Рогунского водохранилищ. Сбросы допускаются только после наполнения их до НПУ;

— режимы работы Рогунского и Нурекского водохранилищ подчинены правилам обеспечения компенсационных попусков для ирригационных потребителей среднего и нижнего течения в первую очередь. Однако, учитывая энергетическое значение этих гидроузлов, они срабатываются не сразу до отметки ГМО, а последовательно, начиная с Нурекского с назначением нескольких диспетчерских уровней;

— водопотребление среднего течения р. Амударьи покрывается прежде всего за счет нерегулируемого бокового притока (включая возвратные воды); водопотребление низовьев покрывается запасами Тюямуюнского водохранилища, плюс остатки боковой приточности. Если этой воды не хватает, то срабатываются и верхние водохранилища;

— роль и значение Тюямуюнского водохранилища определяется в первую очередь, удаленностью крупного ирригационного района (низовьев Амударьи) от верховых водохранилищ. Основная роль Тюямуюнского водохранилища — с помощью буферной емкости перерегулировать сток в интересах потребителей низовьев. Емкость Тюямуюнского в-ща состоит из руслового и трех наливных (Капарас, Султансанджар и Кошбулак) водохранилищ;

— по всей длине рр. Вахш и Амударьи поддерживается санитарный минимум расходов в размере 100 м³/с. Для обеспечения работы ГЭС Вахшского каскада в нормальных условиях в течение года, расход в нижнем объеме Нурекского гидроузла не должен быть ниже чем 460 м³/с. Этот попуск, именуемый «энергетическим», необходим для наполнения долинных ирригационных во-

дохранилищ, а также для обеспечения забора плановых расходов в оросительные системы бассейна р. Вахш.

В условиях переброски стока сибирских рек в бассейн Сырдарьи и Амударьи, наряду с вышеуказанными особенностями появятся и другие, обусловленные схемами подачи сибирской воды, а именно:

— орошаемые массивы сосредотачиваются в низовьях Сырдарьи и Амударьи, а также в бассейнах бессточных рек Чу и Талас. В бассейны Чу и Талас вода подается Чу-Таласским каналом до гг. Джамбул и Фрунзе;

— от главного тракта переброски, вдоль р. Сырдарьи, до Чардаринского водохранилища проходит Сырдарьинский канал, обеспечивающий водозабор, подачу и внутрисистемное распределение сибирского стока. В зону Сырдарьинского канала не входит только концевая Казалинская система бассейна. Сибирская вода в нее подается непосредственно от главного тракта переброски на 1675 км и проходит по правому берегу реки Сырдарьи навстречу ее течению с подъемом воды каскадом насоных станций. В соответствии с установленными требованиями на сибирскую воду канал обеспечивает последовательную водоподачу к речным гидроузлам на Сырдарье (Кзыл-Ординский, Яныкурганский), в Туркестанский канал (Арысь-Туркестанская система) и в Чардаринское водохранилище;

— в бассейн Амударьи к Тюямуюнскому водохранилищу вода подается по каналу, отходящему от главного канала на 2550 км и имеющему на своей трассе насосную станцию для подъема воды до НПУ водохранилища. Кроме того, непосредственно из главного канала переброски осуществляется самотечная подача воды в русло реки Амударьи в места пересечения канала с ним, чем обеспечивается питание земель в дельте р. Амударьи и в междуречье Амударьи и Сырдарьи;

— основными управляющими средствами для распределения водных ресурсов в нижних течениях Сырдарьи и Амударьи являются Чардаринское и Тюямуюнское водохранилища, которые совместно с Тегизским водохранилищем (проектируемое на трассе переброски или другое взамен его) перерегулируют притекающие к ним водные ресурсы и обеспечивают требования низовьев этих рек, включая бассейны бессточных рек Чу и Талас. Наличие таких крупных водораспределительных узлов с большими регулирующими возможностями выдвигает на первый план вопрос о включении их в систему подачи и распределения сибирского стока в бассейнах Сырдарьи и Амударьи и, вместе с главным каналом переброски, на этой основе создается водохозяйственная система переброски. Следовательно, создается единая ВХС бассейна Аральского моря, включающая в себя ВХС Сырдарьи, Амударьи и систему переброски, а в дальнейшем с включением ВХС Обь-Иртышского бассейна и Уральского экономического района — единая водохозяйственная система Срединного региона.

Полученные результаты по определению закономерностей формирования и функционирования ВХС Срединного региона со всей очевидностью показывают, что в дальнейшем для более глубокого изучения закономерностей функционирования и, соответственно, поиска и построения рациональных долгосрочных планов развития водного хозяйства этого региона необходимо разработать системы взаимосвязанных математических моделей, работающих в оптимизационно-имитационном режиме. Основной целью создания таких математических комплексов является получение системной информации, помогающей обосновать процессы принятия долгосрочных решений для развития и функционирования больших ВХС, оценить их эффективность и выявить социально-экономические и природные процессы в результате реализации долгосрочных программ.

Первый тип моделей является оптимизационно-отраслевым и позволяет найти оптимальную территориальную структуру сельскохозяйственных водопотребителей и распределение всех видов производственных ресурсов, в том числе водных. Второй тип моделей — имитационные — определяет режимные характеристики всех участников ВХС при оптимальной структуре сельскохозяйственных участников ВХС (результаты первого типа моделей).

Постановка задачи построения математической модели сельскохозяйственного участника ВХС. На этом этапе представляется целесообразной оптимизация развития водного хозяйства на основе комплекса иерархически взаимосвязанных математических моделей (от страны в целом до отдельного водохозяйственного района и далее до оросительной системы вплоть до хозяйств). Основой создания такого рода системы моделей может служить описываемая ниже постановка. Здесь следует сделать два замечания. Во-первых, в настоящее время могут быть реализованы сравнительно упрощенные экономико-математические модели (линейные, статические и условно-динамические), в которых нелинейные зависимости учитываются с помощью кусочно-линейной аппроксимации (сепарабельная форма), условие динамичности — с помощью условной динамики при последовательном переходе от оптимизации для одного временного уровня к другому, стохастичность — частично по условиям характерных лет по водности (маловодных, средневодных и многоводных) и различной характерной естественной увлажненности. Во-вторых, модель оптимизации формулируется как модель линейного программирования, т. е. вместо нелинейных функций затрат и расхода ресурсов от объема производства и поставок взяты постоянные коэффициенты затрат и расхода ресурсов, так как в настоящее время не разработаны достаточно эффективные методы и программное обеспечение для решения нелинейных задач с ограничениями. Более того, опыт решения нелинейных задач показывает, что каждая нелинейная задача требует индивидуального подхода. В то же время для линейных задач имеются надежные и широко доступные ал-

горитмы и программы, а кроме того кусочно-линейная аппроксимация нелинейных зависимостей может быть проведена с любой требуемой точностью путем деления нелинейной функции на отрезки, которые приближенно можно считать линейными.

После сделанных замечаний переходим к математической постановке задачи.

Задача оптимизации структуры сельскохозяйственного участника ВХС и распределения производственных ресурсов с целью выполнения заготовок плановых заданий по всем номенклатурам сельскохозяйственной продукции в матричной записи формулируется так.

Требуется максимизировать

$$(C, X) \to max \tag{1}$$

при органичениях

— на водные ресурсы

$$QX \leqslant W \tag{2}$$

— на производственные ресурсы

$$AX \leqslant B \tag{3}$$

— на производство сельскохозяйственной продукции

$$DX \geqslant П \tag{4}$$

$$X \geqslant 0 \tag{5}$$

где $X=(x_1, \ldots, x_n)$ — n — мерный вектор-столбец (переменная задачи — площадь, га), $c=(c_1, \ldots, c_n)$ — n — мерный вектор-строка (эффективность), Q — матрица удельного водопотребления с размерностью $m_Q \times n$, W — m_Q — мерный вектор-столбец (располагаемые водные ресурсы, A — матрица удельных производственных затрат, размерности $m_A \times n$, B — m_A — мерный вектор-столбец (производственные ресурсы), D — матрица интенсивности (урожайности) размерности $m_D \times n$, n — m_D — мерный вектор-столбец (план производства сельскохозяйственной продукции). При формализации задачи оптимизации структура сельскохозяйственного участника ВХС в постановке (1) — (5) число переменных и связей (ограничений) измеряется тысячами и даже многими тысячами. Это связано с особенностями сельскохозяйственной продукции во всех категориях орошаемых и богарных земель, в частности, дифференциацией таких показателей как структура сельхозпроизводства, удельное водопотребление (нетто), плодородие и мелиоративное состояние почвы и грунтов, комплекс мелиоративных мероприятий для регулирования водно-солевого режима и плодородия земель и т. п. В этих условиях решить задачи (1) — (5) с допустимой для практики точностью становится трудным, а во многих случаях и невозможным. Задача линейного программирования свыше 1500—2000 ограничений и

10000 ненулевыми переменными становится неэффективной и чрезвычайно трудоемкой. В связи с этим, одним из новых и перспективных направлений является построение и исследование методов декомпозиции в задачах рационального распределения водных и других производственных ресурсов при управлении ВХС. Использование декомпоцизии для большой задачи ВХС еще диктуется ее спецификой, т. е. явно выраженной блочной структурой и связями при планировании и управлении распределением водных ресурсов.

Разобьем матрицу Q на подматрицы $Q_1, \ldots, Q_j \ldots Q_y$, где при каждом $j \in I$ матрица Q_j имеет размерность $m_Q \times n_j$. Тогда соответственно разбиваются матрицы $A=(A_1, \ldots, A_1)$, $D=(D_1, \ldots, D_J)$, векторы $C=(c_1, \ldots, c_J)$ и $X=(x_1, \ldots, x_J)$, причем размерность C_j, X_j для $j \in I$ равняется n_j. Задача (1) — (5) преобразуется к виду

$$\left.\begin{aligned} &\sum_{j=1}^{J} C_j, X_j) \to max \\ &\sum_{j=1}^{J} Q_j X_j \leqslant W \\ &\sum_{j=1}^{J} A_j X_j \leqslant B \\ &\sum_{j=1}^{J} D_j X_j \geqslant \Pi \\ &X_j \geqslant 0, \; j \in J \end{aligned}\right\} \tag{6}$$

Вводятся m_Q и m_A — мерные векторы-столбцы Y и Z, j, удовлетворяющие условию

$$\left.\begin{aligned} &\sum_{j=1}^{J} Y_i \leqslant W \\ &\sum_{j=1}^{J} Z_j \leqslant \Pi \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

Сформулируем задачу линейного программирования:

$$\left.\begin{aligned} &(C_j, X_j) \to max \\ &Q_j X_j \leqslant y \\ &A_j X_j \leqslant z_j \\ &D_j X_j \geqslant \Pi_j \\ &X_i \geqslant 0 \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

Введем в рассмотренные векторы $Y=(y_1 \ldots, y_J)$ и $Z=(Z_1 \ldots, Z_J)$.

Обозначим через M_y и M_z множество векторов y и z таких, что выполняется (7) и задача (8) имеет решения. Оптимальные значения фнкционалов задачи (8) являются функциями от величин Y_1 и Z_j. Указанную зависимость представим в виде $f_j = f_j(y_j, Z_j)$. Введем обозначение

$$F(Y, Z) = \sum_{j=1}^{J} f_j(Y_j, Z_j)$$

Тогда вместо задачи (6) большой размерности можно решить сравнительно простую задачу (8) и задачу

$$\left.\begin{aligned} & F(Y, Z) \to max \\ & \sum_{j=1}^{J} Y_j \leqslant W \\ & \sum_{j=1}^{J} Z_j \leqslant B \end{aligned}\right\} \qquad (9)$$

Если разложение матриц Q и A интерпретировать как разбиение на I подсистем всего региона или речного бассейна (в качестве таких подсистем могут служить территории административных единиц, т. е. область, край, республика, а также водохозяйственные районы и др.), а векторы W и B рассматривать как общий (внешний) ресурс системы, то задача (9) заключается в нахождении оптимального распределения общего ресурса. Оптимальная структура сельскохозяйственного участника ВХС в j-ой подсистеме определяется вектором $X_j = (x_j^1, \ldots, x_j^2)$ задачи (8). Соответственно этому задача (9) играет роль координирующего центра, а задача (8) выступает в роли подсистемы и является локальной.

Для решения задачи центра, как видно из (9), необходимо решить задачу (8). Однако в задачу (8) входят две группы неизвестных: X_j — структура сельскохозяйственных потребителей во всех категориях орошаемых и богарных земель j-ой подсистемы и размер внешних ресурсов Y_j и Z_j. Применение той или иной схемы при максимизации функции $F(Y, Z)$ порождает соответствующий метод разложения на основе принципа декомпоцизии Корнаи-Липтака (Корнаи Н., Липтак Т., 1965). Рассмотрим схему определения $F(Y, Z)$. Выпишем двойственные задачи для (8) при каждом $j \in I$:

$$[(V_i, Y_j) + (\lambda_j, Z_j)] \to min \qquad (10)$$

$$Q_j^T V_j + A_j^T \lambda_j \geqslant C_j$$

$$V_j \geqslant 0, \quad \lambda_j \geqslant 0$$

где векторы-столбцы v_j и $_i$ имеют соответственно m_Q и m_A

компонент. Введем векторы v и λ с компонентами $(v_1, \ldots, v_J)$ и $(\lambda 1, \ldots, \lambda I)$ и множества Ω_v^j, Ω_λ^j и $\Omega_v = \prod_{j=1}^{J} \Omega_v^j$ и $\Omega_\lambda = \prod_{j=1}^{J} \Omega_\lambda^j$.

По первой теореме двойственности для взаимосопряженных задач (8) и (10) имеем равенства

$$(C_j, X_j) = ([V_j^*, Y_j) + (\lambda_j^*, Z_j)] = f_j(Y_j, Z_j).$$

Другими словами, получаем

$$f_j(Y_j, Z_j) = \min_{\substack{v_j \in \Omega_v^j \\ \lambda_j \in \Omega_\lambda^j}} [(V_j, Y_j) + (\lambda_j, Z_j)]$$

Тогда задача (9) сводится к следующей:

$$F(Y, Z) = \sum_{\substack{j=1 \\ v_j \in \Omega_v^j \\ \lambda_j \in \Omega_\lambda^j}}^{J} f_1(Y_j, Z_j) = \sum_{j=1}^{J} \min [(V_j, Y_j) + (\lambda_j, Z_j)] \to \max$$

Если заменить $\sum_{j=1}^{J} (V_j, Y_j) = (V, Y)$, $\sum_{j=1}^{J} (\lambda_j, Z_j) = (\lambda, Z)$ задача (9) окончательно получит следующий вид

$$\min_{\substack{v \in \Omega_v \\ \lambda \in \Omega_\lambda}} [(V, Y) + (\lambda, Z)] \to \max_{\substack{Y \in M_y \\ Z \in M_z}}, \tag{11}$$

Таким образом, задача (9) сводится к максиминной задаче (11). Известна связь задач линейного программирования в максиминных задачах с матричными играми (Дюбин Г. Н., Суздаль В. Г., 1981). Задачу (11) удобно решать методом фиктивной игры Брауна (Волконский В. А., 1965). Указанный метод представляет собой итеративный процесс, где каждая итерация в терминах теории игр представляет собой партию игры и соответствует выбору некоторых стратегий двух противоположных игроков. Эти стратегии для нашей задачи являются векторами $\{V, \lambda\}$ и $\{Y, Z\}$. Оптимальные стратегии для задачи (11) определяются в виде

$$\{(V^*(Y), Y) + (\lambda^*(Z), Z)\} = \min_{\substack{v \in \Omega_v \\ \lambda \in \Omega_\lambda}} \{(V, Y) + (\lambda, Z)\} \tag{12}$$

$$\{(V, Y^*(V)) + (\lambda, Z^*(\lambda))\} = \max_{\substack{Y \in M_y \\ Z \in M_z}} \{(V, Y), (\lambda, Z)\} \tag{13}$$

Если в качестве внешнего ресурса взять водные ресурсы (W) региона или речного бассейна, оптимальное их распределение между отдельными подсистемами и соответственно структура сельскохозяйственного участника $В^3С$ будет определяться также режимом работы системы водохранилищ, которые осуществляют сезонное и многолетнее регулирование речного стока. Следовательно, для окончательного решения задачи оптимизации структуры и распределения водных ресурсов необходимо полученные решения из задач (8) и (11) согласовать с режимом работы системы водохранилищ, для чего требуется разработка имитационной модели функционирования каскада водохранилищ. Основное назначение имитационной модели сводится к определению элементов множества $M_у$ и сопряженного с ним множества $M_{ф(у)}$ Множество $M_{ф(у}$ состоит из режимов работы водохранилищ, соответствующих элементов $M_у$. Таким образом, окончательное решение получается в результате совместной работы этих моделей в единой системе и носит итеративный характер.

Имитационная система функционирования больших ВХС. Наиболее полно учесть интересы всех потребителей и природных комплексов, взаимоувязку функций крупных гидротехнических сооружений и водохранилищ можно лишь на базе осуществления разрабатываемой имитационной системы функционирования ВХС. Эти модели предназначены для непрерывного получения необходимой информации о поведении больших ВХС при различных природно-климатических и экономико-хозяйственных условиях. Имитационные модели — это способ моделирования ситуаций, т. е. реальный процесс функционирования ВХС заменяется некоторой эквивалентной и моделирующей системой, с помощью которой процесс функционирования или развития ВХС имитируется на ЭВМ (Воропаев Г. В., Исмайылов Г. Х., Федоров В. М., 1983).

Имитационная модель функционирования каскада водохранилищ формулируется следующим образом. Требуется определить режим работы всех гидроузлов и водохранилищ (существующих и сооружаемых), включенных в расчетную схему ВХС, надежность снабжения водой агрегированных потребителей (ирригационных и энергетических), а также характеристику качества воды в характерных створах речной системы при заданной информации:

— о размещении и особенностях режима агрегированных водотоков (включая возвратные воды) в зону регулирования; о режимах и требованиях к водным ресурсам со стороны всех агрегированных потребителей; о качестве воды в агрегированных водотоках (включая коллекторно-дренажный сток); о размещении и характеристиках водохранилищ и гидроузлов.

В основе построения имитационной модели функционирования каскада водохранилищ лежат принципы, вытекающие, с одной стороны, из гидролого-водохозяйственных и экономических особенностей этой системы, с другой — из особенностей разработки вычислительных алгоритмов больших систем.

Математическая постановка задачи функционирования каскада водохранилищ сводится к максимизации следующей последовательности: суммарное водопотребление

$$\left\{\sum_{\tau=1}^{T}\sum_{i\in\Omega} M_{io}^{\tau} X_{io}^{\tau} + \sum_{\tau=1}^{T}\sum_{(j,i)\in K(i)} M_{ijo}^{\tau} X_{ijo}^{\tau}\right\} \to max, (i = i_1, i_2, \ldots i_n) \qquad (14)$$

относительное водопотребление

$$\min_{\tau,i} \frac{x_{io}^{\tau} + x_{ijo}^{\tau}}{\rho_{io}^{\tau} + \rho_{ijo}^{\tau}} \to max\,(i = i_1, i_2, \ldots, i_n) \qquad (15)$$

конечное наполнение водохранилищ

$$\sum_{j\in i} \lambda_i V_i^T \to max, (i=i_1, i_2, \ldots, i_n) \qquad (16)$$

при ограничениях

$$\sum_{i\in B(S)} x_{si}^{\tau} = W(n_1, \tau), \quad s\ni S,$$

$$\sum_{j\in J_2(i)} x_{ji}^{\tau} - \sum_{k\in J_1(i)} x_{iK}^{\tau} - x_{ti}^{\tau} = 0, \quad n_i\in R/L, \qquad (17)$$

$$\sum_{j\in J_2(i)} x_{ji}^{\tau} - \sum_{\kappa\in J_1(i)} x_{iK}^{\tau} - x_{ti}^{\tau} - R_{ti}^{\tau} = V_i^{\tau} - V_i^{(\tau-1)}, \quad n_1\in L$$

$$\rho(n_1, \tau) \leqslant \sum_{i\in A(t)} x_{ti}^{\tau} \leqslant \bar{\rho}(n_1, \tau), \quad t\in T,$$

$$a_{ij}^{\tau} \leqslant x_{ij}^{\tau} \leqslant b_{ij}^{\tau}, \quad n_i, n_j\in R,$$

$$\underline{V}_i^{\tau} \leqslant V_i^{(\tau-1)} + \sum_{j\in J_2(i)} x_{ji}^{\tau} - \sum_{K\in J_1(i)} x_{iK}^{\tau} - x_{ti}^{\tau} - R_{ti}^{\tau} \leqslant \bar{V}_i^{\tau}, \quad n_1\in L$$

$$x_{ij}^{\tau} - x_{ijo}^{\tau} \geqslant U_{ij}^{s}, \quad j\in I_1(i)$$

$$x_{io}^{\tau} + x_{ijo}^{\tau} \leqslant \rho_i^{\tau}$$

$$V_i^{\tau} \geqslant \gamma_1 \bar{V}_1, \quad i\in L$$

$$C_{ij}^{\tau} \leqslant C_H$$

где x_{io}^{τ} и x_{ijo}^{τ} — забор воды из i-го узла и на участке между i-ым и j-ым узлами; ρ_{io}^{τ} и ρ_{ijo}^{τ} — плановое водопотребление, причем $\rho_{io}^{\tau} + \rho_{ijo}^{\tau} = \rho_i^{\tau}$; M_{io}, M_{ijo} и λ_1 — соответственно весовые коэффициенты водозаборов и наполнения водохранилищ; V_i^{τ}, V_i^{τ} —

наполнение водохранилища соответственно в текущем τ-ом и в последнем Т-ом отрезке времени периода регулирования; $\overline{V}_i^\tau$ и V_i^τ — верхнее и нижнее допустимые значения наполнения водохранилища: $\rho(n_i, \tau)$ и $\overline{\rho}(n_i, \tau)$ — соответственно верхнее и нижнее значения водопотребителей; $x_{ti} = \{x_{ti}^\tau\}$ — агрегированные водозаборы i-го узла управления $(t \in T, i \in R)$; $W(n_i, \tau)$ — мощность водоисточника; S — множество основных и боковых притоков $(s \in S)$; R — множество промежуточных узлов управления $(n_i \in R)$; x_{si}, x_{ji}, x_{ti} — соответственно дуговые потоки в системе; R_{ti} — потери воды из водохранилища на испарение и фильтрацию; a_{ij} и b_{ij} — верхние и нижние ограничения, накладываемые в дуговых потоках; L — подмножество узлов управления с водохранилищами $(L \in R)$ T — множество водопотребителей $(t \in T)$; $I_1(i)$, $I_2(i)$ — совокупность узлов соответственно получающих воду из i-го узла и дающих ему воду; B (S) — совокупность узлов управления, получающих воду из источника $s \in S$; $A(t)$ — совокупность вершин, подающих воду водопотребителю $t \in T$; U_{ij} — санитарный попуск из i-го узла к j-му узлу; C_{ij} и $C_н$ — соответственно расчетные и нормативные значения минерализации речной воды. Расчетное значение C_{ij}^τ определяется из уравнения водно-солевого баланса узлов управления.

Основными переменными задачи являются дуговые потоки x_{io}^τ, x_{jo}^τ, x_{ij}^τ, x_{ti}^τ, x_{si}^τ. Связующим уравнением узлов управления является уравнение вида

$$\sum_{j \in J_2(i)} x_{ji}^\tau = \sum_{j \in J_2(i)} \beta_{ji}^\tau x_{ji}^\tau + \sum_{s \in E(i)} \beta_{si}^\tau x_{si}^\tau - \sum_{j \in \lambda(t)} x_{tj}^\tau \left(1 - \alpha_{tj}^\tau\right) \qquad (18)$$

где $\sum_{j \in J_2(i)} x_{ji}^\tau$ и $\sum_{j \in J_2(i)} \beta_{ji}^\tau x_{ji}^\tau$ — соответственно суммарный поток в начале и конце дуги (j, i), поданный из j-го узла к i-му. $\sum_{\epsilon E(i)} \beta_{ii}^\tau x_{si}^\tau$ — суммарные потоки, поступающие в i-ый узел из водоисточника $(s \in E(i); (E(i) \subset S;$ $\sum_{j \in A(t)} x_{ti}^\tau \left(1 - \alpha_{tj}^\tau\right)$ — суммарное безвозвратное водопотребление непосредственно из j-го узла потребителями $t \in A(t)$; β_{ij}^τ и α_{tj}^τ — коэффициенты, учитывающие русловое регулирование, включая время добегания, а также возвратные воды в систему. Эти коэффициенты изменяются в пределах $\beta_{ij}^\tau \leqslant 1$, $0 \leqslant \alpha^\tau \leqslant 1$.

Учет трансформации стока на участке между узлами управления в машинных имитационных экспериментах осуществлен при

помощи уравнений связи потока нижележащего узла с вышележащим вида

$$U_i = f(U_{i-1})$$

$$U_i = f(U_{i-1}, x_{i,i-1,0}) \tag{19}$$

$$U_i = f(U_{i-1}, x_{i,i-1,0}, x_{s,i,i-1})$$

Если первое уравнение системы (19) учитывает трансформацию стока в зависимости от попуска вышележащего узла (U_{i-1}) то включение во второе уравнение водозабора из русла между узлами $(x_{i,\,i-1,\,0})$, а в третье уравнение боковой приточности $(x_{s,\,i,\,i-1})$ позволяет уточнить размер трансформации стока.

Учитывая интересы гидроэнергетики, в систему критерия (14) — (16) вводятся дополнительные ограничения, приводящие к минимизации

$$\frac{x_{ij}^{\tau} - U_{max}^{ГЭС}}{U_{max}^{ГЭС}} \to min \tag{20}$$

Для узлов управления с ГЭС кроме ограничения (17) должны выполняться следующие равенства:

— среднеинтервальная мощность ГЭС

$$N_{ГЭС,i}^{\tau} = A\eta_i (Q_{ГЭС}, H) \cdot Q_{ГЭС,i}^{\tau} \cdot H_i^{\tau} \tag{21}$$

— среднеинтервальный расход через турбины ГЭС

$$Q_{ГЭС,i}^{\tau} = \begin{cases} \dfrac{1}{\alpha} x_{ij}^{\tau}, \text{ если } 0 \leqslant x_{ij}^{\tau} \leqslant \alpha \cdot Q_{max}^{ГЭС} \\ Q_{max,i}^{ГЭС}, \text{ если } x_{ij}^{\tau} \geqslant \alpha \cdot Q_{max,i}^{ГЭС} \end{cases} \tag{22}$$

среднеинтервальная выработка ГЭС

$$Э_i^{ГЭС} = \rho^{\tau} \cdot N_i^{\tau} \tag{23}$$

где $Q_{ГЭС,i}^{\tau}$, H_i^{τ} — среднеинтервальный расход и напор ГЭС; A — постоянная величина; η_i — коэффициент полезного действия ГЭС; ρ^{τ} — продолжительность τ-го интервала; α — коэффициент пропорциональности, вводимый для перехода от одних единиц измерения к другим.

Напор H_i^{τ} определяется как разность отметок верхнего и нижнего бьефов ГЭС с учетом потери напора Δh_i.

$$H_i^{\tau} = Z_{в.б,i}^{\tau} - Z_{н.б,i}^{\tau} - \Delta h_i \tag{24}$$

Отметки верхнего и нижнего бьефов определяются из зависимостей

$$Z_{в.б,i}^{\tau} = Z_{в.б.}(V_i^{\tau}, Q_{s,i}^{\tau})$$

$$Z_{н.б,i}^{\tau} = Z_{н.б}(Z_{в.б.(i+1)}^{\tau}, Q_{н.б,i}^{\tau}) \tag{25}$$

Задача определения режимов работы узлов управления с водохранилищами ГЭС в постановке (14) — (25) реализована при помощи специально разработанного алгоритма, приведенного в работе Воропаева Г. В., Исмайылова Г. Х., Федорова В. М. (1980, 1983), работающих в имитационном режиме. Имитационная модель (14) — (25), осуществляя синтез рационального управления водными ресурсами бассейна, создает возможность активного участия специалиста по принятию решения в имитационном эксперименте в форме диалога с ЭВМ, с одной стороны, а также совместно с постановкой (8) и (11) нахождения оптимальных вариантов развития ВХС и распределения всех производственных ресурсов, в том числе водных ресурсов — с другой.

Имитационная модель в постановке (14) — (25) составляет основу разработанной имитационной системы функционирования КрВХС Срединного региона (IMIT — MR).

Построение системы IMIT — MR начинается с общей постановки задачи. Задача функционирования КрВХС Срединного региона в общем виде формулируется следующим образом. Требуется определить режим работы всех водохозяйственных объектов (существующих, сооружаемых и проектируемых), включенных в расчетную схему КрВХС, надежности снабжения водой агрегированных водопотребителей, а также характеристики качества воды в характерных створах речной системы при следующей заданной информации:

— о размещении и особенностях режима агрегированных водотоков (включая возвратные воды, промышленные и коммунальные стоки) в зоне регулирования;

— о режимах и требованиях к водным ресурсам со стороны всех агрегированных водопотребителей;

— о качестве воды в агрегированных водотоках (включая возвратные воды, промышленные и коммунальные стоки);

— о размещении и характеристиках водохозяйственных объектов.

В основе построения имитационной модели функционирования КрВХС Срединного региона лежат принципы, вытекающие, с одной стороны, из вышеизложенных гидролого-водохозяйственных и экономических особенностей системы, с другой стороны, базирующиеся на единых методических положениях теории больших систем (Моисеев Н. Н., 1981).

Имитационная система Срединного региона включает в себя ВХС таких рек, как Обь-Иртыш, Сырдарья, Амударья, требования бессточных бассейнов Чу и Талас, а также требования на воду районов Урала и Казахстана, тяготеющих к главному каналу переброски. Таким образом, выделяются четыре крупные подсистемы: ВХС бассейна Обь-Иртыша, ВХС вдоль трассы переброски, ВХС бассейна Сырдарьи и ВХС бассейна Амударьи. При построении структуры имитационной системы функционирования Единой

водохозяйственной системы бассейнов рек Срединного региона были приняты следующие концепции:

— режимные характеристики всех водохозяйственных объектов и водопотребителей, функционирующих в пределах этих систем, должны определяться исходя из того, что ВХС бассейнов рек Обь-Иртыша, Сырдарьи и Амударьи, включая ВХС переброски, должны с достаточной степенью гарантии обеспечить покрытие всех дефицитов в бассейнах этих рек, в том числе и требования по качеству воды на водозаборах, при минимальных размерах капитальных затрат и текущих издержек. При этом необходимо обеспечить возможность широкого перераспределения всех водных ресурсов региона, которые включают собственные водные ресурсы бассейнов рек Обь-Иртыша, Сырдарьи и Амударьи, рек бессточных областей, возвратные воды, сформировавшиеся в этих бассейнах.

В качестве критериев приняты:

при выборе предпочтительных (субоптимальных) вариантов межбассейнового перераспределения стока:

а) расчетная обеспеченность (по числу бесперебойных лет, в которые осуществляется нормальная водоотдача из водоисточника). Для ирригационных водопотребителей значение расчетной обеспеченности принято равным 90%;

б) количество консервативных веществ в створах водозаборов. При этом считается недопустимым превышение минерализации в этих створах для промышленности и коммунально-бытового водоснабжения более 1 г/л, а для сельского хозяйства — более 1,5 г/л;

в) глубина дефицита воды в перебойные годы. За пределами расчетной обеспеченности глубина перебоев не должна превышать 20—25% нормального водопотребления за сезон;

г) коэффициент использования первичных ресурсов речного стока. Этот коэффициент не должен быть меньше 0,90.

При оптимизации водораспределения внутри речных бассейнов:

а) максимизируется водоподача агрегированным внерусловым водопотребителям, но не более чем гарантированная с учетом их приоритетной последовательности;

б) максимально сглаживается минимальная водообеспеченность агрегирования внерусловых водопотребителей;

в) максимизируется накопление воды в водохранилищах на последнем отрезке времени в период регулирования с учетом их приоритетности;

г) минимизируются максимальные отклонения фактических попусков от оптимального для русловых водопотребителей, включая ГЭС;

— при нарушении критериев, принятых при субоптимизации, для рек бассейна Аральского моря в условиях отсутствия переброски стока корректируется исходный план развития водопотребления, а в условиях переброски выполнение этих критериев до-

стигается попусками из Тегизского (или Карасойского) водохранилища и перераспределением собственных водных ресурсов этих бассейнов;

— водообеспеченность более эффективных участников ВХС рассматриваемых бассейнов в дефицитные периоды повышается за счет заблаговременной урезки, но не менее допустимого технологического минимума водопотребления менее эффективных потребителей; урезки водопотребления прогнозируются в соответствии с таблицей ограничений, составленной для каждого участника. Таблица содержит сведения о допустимом ограничении водопотребления при различных условиях дефицита. Основанием для заполнения таблицы ограничений служат производственные функции водопотребителей. Использование такого рода таблиц в проектной практике представляется наиболее объективным способом учета ущербов участников ВХС (в случае их отсутствия) от дефицита водных ресурсов;

— при ограничении требований учитывается как приоритет участников ВХС, так и приоритет потребителей «внутри» этих участников. Приоритетная последовательность задается также в виде таблицы, где участники перечислены в порядке убывания их значимости. Приоритетная последовательность устанавливается в зависимости от многих факторов, основными из которых являются: общий народнохозяйственный эффект, получаемый на единицу воды агрегированным водопотребителем; стратегическая важность водопотребителя; допускаемый технологический минимальный объем водоподачи, не приводящий к значительному ущербу в данной отрасли; и, наконец, экспертные оценки;

— для каждого створа так называемого узла управления строится расчетный гидрограф бокового притока, включая сток возвратных вод, и стока с вышерасположенного участка (для входных створов), позволяющие прогнозировать приток к створу в ближней и дальней перспективе с необходимой гарантией. Узлы управления взаимосвязаны условиями притока воды с вышерасположенного водосбора и требованиями водопотребителей на нижерасположенном участке. При этом приток к узлу управления равен стоку с вышерасположенного водосбора за вычетом безвозвратного забора воды на этом водосборе, в то же время он должен быть не меньше суммы объема водопотребления на нижерасположенном участке и гарантированного притока к нижележащему узлу управления за вычетом боковой приточности участка. Отправным узлом управления для определения требования может выступать замыкающий створ, сброс в котором должен обеспечивать заданный режим водоприемника — внутреннего моря. Для определения нарастающего притока отправным служит исходный (верхний) створ;

— учитывая важность ГЭС в Нурекском и Рогунском гидроузлах, исходили из режимов сработки и наполнений этих водохранилищ, которые позволяют получить близкую к максимуму выра-

ботку электроэнергии. С этой целью рассматривается не сразу сработка этих водохранилищ до отметки ГМО, а последовательно, начиная с Нурекского с назначением нескольких диспетчерских уровней. Например, после сработки Нурекского г/у до первого диспетчерского уровня осуществляется сработка Рогунского г/у до его первого диспетчерского уровня, затем — сработка Нурекского до второго диспетчерского уровня, затем — сработка Рогунского до второго диспетчерского уровня и т. д.

Наполнение этих водохранилищ осуществляется в обратном порядке:

— наполнение всех водохранилищ на последнем отрезке времени периода регулирования (в конце года) должно быть не ниже заранее заданного уровня, устанавливаемого в зависимости от вида регулирования, которое осуществляет водохранилище, и от водности года. При этом преимущества даются водохранилищам-компенсаторам, расположенным выше по реке. При невозможности наполнения водохранилищ до заданного горизонта в конце периода регулирования осуществляется корректировка их конечных объемов с учетом таблицы ограничений потребителей и приоритетной последовательности водохранилищ;

— для оценки качества воды рассчитываются величины минерализации в характерных створах реки. При этом в местах, в которых в русло реки поступают возвратные воды, в модель вводятся накопители. Использование объемов фиктивных накопителей разрешается только в том случае, если при этом не нарушаются требования к качеству воды в данном створе. Наличие объема воды на накопителях в конце счета показывает, во-первых, объем неиспользованных возвратных вод (включая сточные воды), использование которых привело бы к нарушению нормативных показателей по качеству, во-вторых, объем стока возвратных и сточных вод, подлежащих опреснению.

С учетом вышеуказанных особенностей и принципов была построена имитационная система «IMIT — MR», состоящая из пяти блоков, работающих в едином режиме: «IMIT — SD», «IMIT—AD», «IMIT — OI» «TRANS» и «KOORDINATOR» (рис. 2.5). «IMTT — SD» и «ITIT — AD», «IMIT — OI» используют алгоритмы задачи распределения водных ресурсов (Воропаев Г. В., Исмайылов Г. Х., Федоров В. М., 1983) и задачи определения качественных показателей речной воды (Исмайылов Г. Х., Шаталова К. Ю., 1983) и имитируют соответственно функционирование ВХС бассейнов рек Сырдарьи, Амударьи и Обь-Иртыша в зависимости от меняющихся природных и экономических факторов и способствуют оценке возможных изменений в природном комплексе, включая и охрану водных ресурсов.

Основным назначением блока «TRANS» является получение режимных характеристик всех узлов управления, входящих в систему переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Южный Казахстан. Система переброски включает (рис. 2,6):

Имитационная система ЕВХС Срединного региона

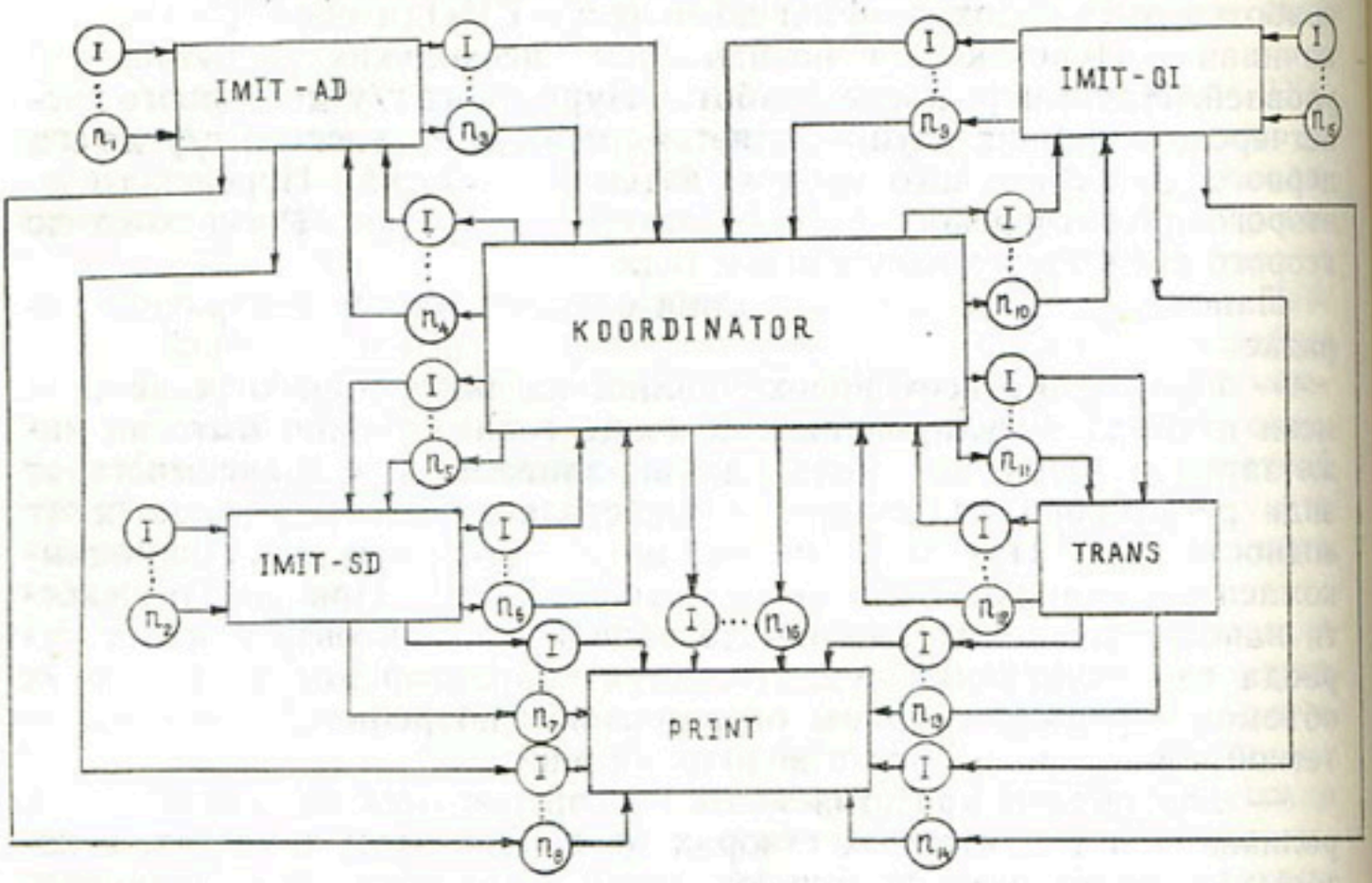


Рис. 2.5

Логическо-информационная связь имитационной системы

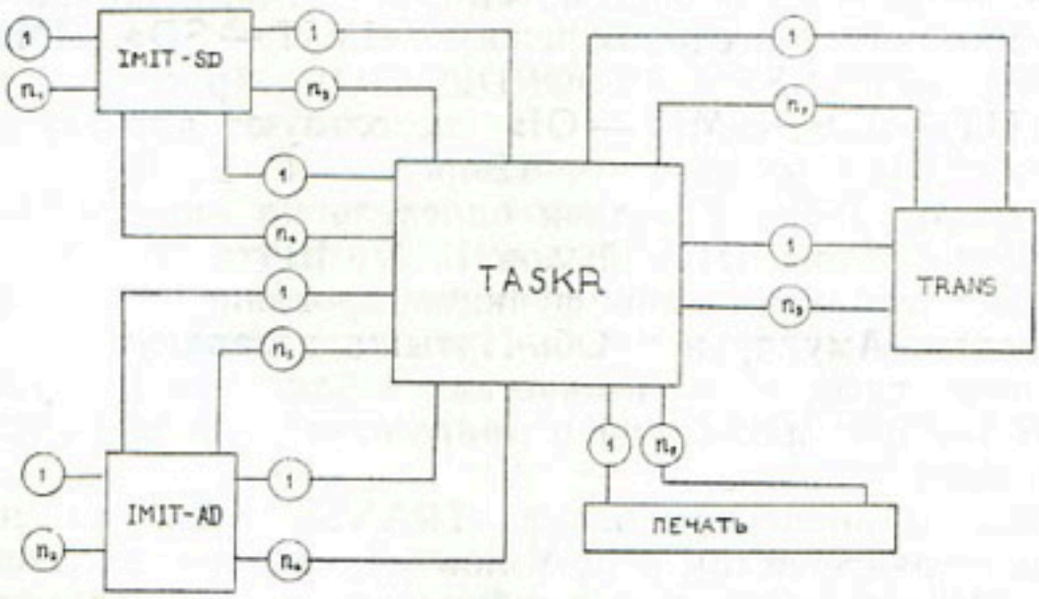


Рис. 2.6

главный канал переброски (21), Тобольское (20), Тегизское (22), Чардаринское (32) и Тюямуюнское (48) водохранилища, Сырдарьинский (23) и Тюямуюнский (42) каналы. Как и предыдущие, «TRANS» базируется на алгоритмах распределения водных ресурсов и качества воды.

Блок «KOORDINATOR» состоит из трех алгоритмов: алгоритм «TASKR», алгоритм «МЗПР» и алгоритм «SOR». Алгоритм «TASKR» является связующим алгоритмом, т. е. осуществляет согласование режимов работы всех водохозяйственных объектов, входящих в ВХС бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи и систему переброски. Благодаря этому алгоритму система «IMIT — MR» функционирует как единая система. Алгоритм «МЗПР» позволяет Центру выбрать субоптимальные варианты развития ВХС Срединного региона. «SOR» является вспомогательным агоритмом, осуществляющим обобщение конечных результатов.

Таким образом, имитационная система «IMIT — MR» — система математических моделей, работающих в имитационном режиме, представляет собой единый комплекс программ для современных ЭВМ, обеспечивающих необходимой информацией исследователей, проектировщиков и экспертов. Данная система предназначена для анализа различных проектных вариантов территориального перераспределения водных ресурсов этого региона с учетом взаимоувязки всех существующих и создаваемых водохозяйственных объектов управления речным стоком этого региона. Отличительной особенностью данной системы является то, что все образующие ее блоки могут работать в самостоятельном и соподчиненном режимах. В самостоятельном режиме алгоритмы, имитирующие поведение ВХС бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи, организуют имитационную систему функционирования ВХС бассейна Аральского моря (рис. 2.5). При совместной работе этих блоков с блоками оптимизации развития и размещения сельскохозяйственного производства на орошаемых землях, постановка (1) — (13), определяются рациональные пределы развития орошения в этом регионе. При совместной работе всех блоков, входящих в «IMIT — MR», определяются все режимные характеристики существующих и сооружаемых гидротехнических сооружений и систем водохранилищ с учетом их взаимоувязки, и в конечном результате выявляются надежности всех агрегированных водопотребителей как в бассейнах поставщиках, так и в бассейнах потребителях.

Имитационная система «IMIT — MR» может служить инструментом для решения следующих водохозяйственных задач:

— определение предельно-допустимых объемов изъятия из Иртыша и из Оби с целью недопущения возможных необратимых отрицательных последствий от недостаточно обоснованного забора воды;

— определение предпочтительных вариантов передачи части стока на юг с оптимальным обеспечением нужд водопотребителей Обь-Иртышского бассейна;

— разработка мероприятий по обеспечению осуществления до переброски коренного улучшения качественных характеристик в зоне изъятия;

— оценка возможностей использования части перебрасываемого стока на территории РСФСР и Казахстана, прилегающей к Главному каналу переброски;

— определение целесообразных пределов использования водных ресурсов бассейна Аральского моря и прежде всего бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи;

— определение требований к внешним водным ресурсам ВХС бассейна Аральского моря на разных этапах развития региона;

— определение целесообразных пределов обеспечения выявленных требований за счет части стока сибирских рек;

— корректировка плана развития водопотребляющих отраслей при различной структуре КрВХС Срединного региона;

— разработка рекомендаций по управлению существующими и сооружаемыми гидротехническими сооружениями и системами водохранилищ в бассейнах рек Сырдарьи, Амударьи и Обь-Иртыша, как при отсутствии межбассейновых связей, так и при их наличии;

— определение вариантов мероприятий по охране водных ресурсов бассейнов рек Срединного региона;

— достоверно и многовариантно оценить эффективность вариантов принимаемых решений по долгосрочным народнохозяйственным программам (таким как переброска стока) с учетом охраны окружающей среды и, что очень важно, социально-экономических процессов, которые будут протекать в регионе после осуществления намеченных программ.

Результаты водохозяйственных расчетов на базе разработанной в ИВП АН СССР имитационной модели КрВХС Срединного региона показали:

— в современных условиях водообеспеченность всех водопотребителей достаточно высока — 90—95%. Глубина дефицита в перебойные годы не превышает 10—15% планового водопотребления. Остаточный сток в бассейне р. Сырдарьи достигает в среднем 6 км³/год, в бассейне Амударьи в современных условиях средний остаточный сток равен 15—16 км³/год;

— при значительном росте водопотребления в перспективе обеспечить намеченный план развития отраслей народного хозяйства можно только на уровне 1990—1995 годов;

— дальнейший рост водопотребления на орошение без привлечения дополнительных водных ресурсов сопряжен со значительным ущербом для потребителей, расположенных в нижнем течении этих рек.

За последние 20 лет уровень Аральского моря понизился почти на 8 м, объем сократился с 1000 до 696 км³, а площадь зеркала — с 66 до 53,4 км². В ближайшие десятилетия снижение уровня

будет продолжаться, а минерализация возрастать; подробно это изложено в главе 5.

После объединения ВХС Обь-Иртышского бассейна с ВХС бассейнов Сырдарьи и Амударьи — на нижних участках рек образуется на фоне существенного многолетнего компенсированного регулирования схема контррегулирования собственного и дополнительного стока.

Объем стока из р. Оби, необходимый для покрытия дефицита водных ресурсов в бассейне Арала, и собственных водопотребителей этого бассейна, приводит к формированию сложной водохозяйственой системы бассейна Обь-Иртыша, впоследствии объединяемой с бассейном Енисея.

Бассейн Оби характеризуется в целом обилем водных ресурсов со своеобразным внутригодовым и территориальным распределением их. Общие ресурсы речного стока бассейна оцениваются в размере 400 км³ в год (р. Обь — устье) в средний по водности год, а в годы 75% и 95%-ной обеспеченности соответственно 306 и 261 км³/год.

Использование водных ресурсов Обь-Иртышского бассейна как на современном этапе, так и в перспективе является комплексным, обеспечивающим интересы городского и сельского населения, промышленности, сельского хозяйства, водного транспорта, гидроэнергетики, рыбного хозяйства, рекреации. Объем современного и перспективного водопотребления в пределах бассейна находится в прямой зависимости от масштабов развития его индустриальной и сельскохозяйственной базы.

Характерной особенностью ВХС бассейнов рек Обь-Иртыш является комплексное использование ее водных ресурсов с помощью системы водохранилищ, работающих в режиме многолетнего компенсированного регулирования.

Формирующейся ОВХС Срединного региона будет свойственен ряд специфических особенностей, обусловленных прежде всего значительным разнообразием природных условий охватываемой ею территории и хозяйственными особенностями освоения водных ресурсов, включая инфраструктуру народного хозяйства и структуру ВХС речных бассейнов. Так, например, водные ресурсы этого региона характеризуются крайней неравномерностью пространственного и временного распределения. Если в северной части региона годовой сток в маловодные годы ниже среднего в 1,1—1,4 раза, то в южных — в 8—15 раз, а в бассейнах Ишим-Иртышского междуречья — даже в 40 раз. В то же время водные ресурсы основных рек (Обь-Иртыш, Тобол, Сырдарья, Амударья) характеризуются меньшей изменчивостью, что определяется устойчивостью питания этих рек в силу приуроченности областей формирования их стока к горным районам региона. Это лишний раз подтверждает необходимость соединения ВХС. Объединение речных бассейнов региона в единой системе позволит в большом диапазоне перераспределять водные ресурсы по территории с исполь-

зованием формирующихся при этом схем компенсированного регулирования стока рек. В условиях объединения водохозяйственных систем создается возможность в высоких пропорциях разбавления минерализованных вод бассейнов рек Аральского моря менее минерализованными водами сибирских рек.

В следующей главе подробно изложены исследования водохозяйственных балансов основных речных бассейнов Срединного региона.

ГЛАВА 3

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАЛАНСОВ ОСНОВНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ СРЕДИННОГО РЕГИОНА

В Схемах комплексного использования водных ресурсов бассейнов рек Сырдарьи (Средазгипроводхлопок), Амударьи (САО-Гидропроект), Иртыша (Казгипроводхоз), Оби и Иртыша (Союзгипроводхоз), Генеральных схемах комплексного использования и охраны водных ресурсов СССР (Гидропроект), Узбекской, Туркменской, Таджикской, Киргизской республик (САО Гидропорект), в Докладе комиссии А. А. Борового, Отраслевой схеме развития мелиорации и водного хозяйства до 2000 г. Минводхоза СССР (Союзводпроект), в ТЭО первой очереди переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан, в Комплексной программе научно-технического прогресса СССР на период 1986—2005 гг. (том 2.1, Природные ресурсы), 1983 г., а также в дополнительных материалах к ТЭО (Союзгипроводхоз) и, наконец, в заключении Госэкспертизы Госплана СССР подробно освещены водохозяйственные балансы по бассейнам Аральского и Карского морей, показаны варианты возможных и необходимых темпов развития орошаемого земледелия в республиках Средней Азии, Казахстана, в областях Зауралья и Западной Сибири.

В настоящей главе на основе указанных выше материалов исследуется водохозяйственная обстановка в зоне изъятия стока — Обь-Иртышском бассейне и в зоне его распределения — бассейне Аральского моря.

Самые поздние из указанных выше работ — отраслевая схема Минводхоза СССР — составлена в 1982 г. в соответствии с Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 30 марта 1981 г. № 312 и ТЭД Минводхоза СССР по развитию мелиорации СССР, подготовленный в соответствии с решением Политбюро ЦК КПСС, сентябрь 1983 г.

В основу их разработки легли программные и директивные документы партии и правительства по решению социально-экономических задач страны на перспективу, материалы по реализа-

ции Продовольственной программы, концепции и показатели развития и размещения производительных сил страны, разработанные СОПС и НИЭИ при Госплане СССР, материалы комплексной программы научно-технического прогресса СССР на 20 лет и др.

Разработки по Срединному региону в отраслевой схеме Минводхоза СССР представлены в разрезе зон (зона Сибири и Дальнего Востока и зона Средней Азии и Казахстана), союзных республик и экономических районов. Отдельные сведения даны и по основным речным бассейнам. В таблице 3.1 указаны вариантные предложения по развитию и размещению основных массивов орошаемого земледелия на перспективу до 2000 г.

Вариант I соответствует разработкам Минводхоза СССР. Этот вариант при оценке методом сравнительной эффективности признан рациональным и в указанной Схеме принят в качестве рекомендуемого для дальнейших проработок. По этому варианту в республиках Средней Азии и Казахстане предстоит за 1981—2000 гг. ввести 4,6 млн. га новых орошаемых земель. По этому же варианту намечается осуществить переброску по пусковому комплексу части сибирского стока в объеме 9,8 км^3 в год в бассейны Амударьи и Сырдарьи, что позволит дополнительно оросить около 960 тыс. га.

Вариант II предусматривает минимальные темпы развития орошения и ввода новых площадей.

Вариант Ia и IIa — отражают возможное развитие орошения без переброски части стока сибирских рек.

Вариант III составлен по предложениям местных организаций.

Сравнительная характеристика современного состояния (1980 г.) и перспектив развития орошаемого земледелия по зонам и основным речным бассейнам в пределах Срединного региона по материалам Союзводпроекта (1982 г.) дана в таблицах 3.2 и 3.3, лиманное орошение — табл. 3.4.

Анализ этих таблиц показывает, что основные площади (более 90%) и объемы водопотребления (около 85%) орошения по сибирской зоне будут размещены в контуре Обь-Иртышского бассейна; в Средней Азии — это естественно бассейн Аральского моря, а в пределах Казахской ССР — наибольший удельный вес принадлежит бассейну р. Сырдарьи и оз. Балхаш.

В материалах ТЭО 1-ой очереди сибирской переброски проработано несколько вариантов развития орошения в Обь-Иртышском бассейне в целом на уровни развитий 1990 и 2000 гг. При этом были рассмотрены варианты с максимальным развитием площадей орошения и варианты с более медленными темпами ввода новых орошаемых площадей.

Суммарные площади орошения и водозабор брутто, принятые в водохозяйственных расчетах ТЭО переброски (Союзгипроводхоз, 1980) в привязке к речным бассейнам, показаны в таблице 3.5.

Таблица 3.1

Площади регулярного орошения и безвозвратного водопотребления по Срединному региону на уровне 2000 г. в разрезе основных речных бассейнов

(В/О Союзводпроект, 1982)

Бассейн	Вариант I		Вариант II		Вариант Ia		Вариант IIa		Вариант III	
	площадь орошения, тыс. га	безвозвратное водопотребление, км³/год	площадь орошения, тыс. га	безвозвратное водопотребление, км³/год	площадь орошения, тыс. га	безвозвратное водопотребление, км³/год	площадь орошения, тыс. га	безвозвратное водопотребление, км³/год	площадь орошения, тыс. га	безвозвратное водопотребление, км³/год
Амударья	5475	63,9	5040	57,7	4800	57,7	4800	57,7	5436	63,4
Сырдарья	3663	30,8	3663	30,8	3390	29,0	3390	29,0	3663	30,8
Обь	2205	6,7	1846	5,8	2205	6,7	1846	5,8	2257	6,9

Таблица 32

Размещение площадей орошения по районам и бассейнам основных рек в пределах Срединного региона, тыс. га

(В/О Союзводпроект, 1982)

Годы	Всего площадь орошения	В том числе					
		Урал	Волга	Амударья	Сырдарья	Обь	Прочие реки
Западно-Сибирский район							
1980	235,0	—	—	—	—	217,2	17,8
1985	399,0	—	—	—	—	359,3	39,7
1990	619,0	—	—	—	—	559,3	59,7
1995	889,0	—	—	—	—	805,3	83,7
2000	1189,0	—	—	—	—	1085,3	103,7
Средняя Азия							
1980	5957,3	—	—	3161,4	2217,4	—	578,5
1985	6693,5	—	—	3651,0	2423,0	—	619,5
1990	7438,5	—	—	4171,0	2606,0	—	661,5
1995	8228,5	—	—	4772,0	2748,0	—	708,5
2000	9053,5	—	—	5475,0	2825,0	—	753,5
Казахстан							
1980	1949,9	99,8	3,9	—	657,4	241,4	947,4
1985	2306,0	109,5	7,0	—	730,4	355,4	1103,7
1990	2666,0	119,9	18,0	—	768,4	495,4	1264,3
1995	3056,0	123,9	30,0	—	778,4	655,4	1468,3
2000	3486,0	181,9	42,0	—	838,4	821,4	1602,3

Сравнение этих материалов с данными отраслевой схемы В/О Союзводпроекта показывает, что последние проработки ориентированы и более близки к минимальному варианту, приведенному в ТЭО 1-й очереди переброски.

В 1981 г. Союзгипроводхозом разработана (как составная часть ТЭО переброски) схема комплексного использования водных ресурсов Обь-Иртышского бассейна. При ее составлении были сделаны некоторые уточнения данных ТЭО.

Основным источником орошения в Обь-Иртышском бассейне как в настоящее время, так и на перспективу, являются поверхностные воды (97%). Орошение подземными и сточными водами проводится на небольших площадях.

Таблица 3.3

Водопотребление на регулярное орошение в бассейнах основных рек в пределах Срединного региона, млн. м³

(В/О Союзводпроект, 1982)

Годы	Полное водопотребление	В том числе					
		Урал	Волга	Амударья	Сырдарья	Обь	Прочие реки
Западно-Сибирский район							
1980	596	—	—	—	—	518	78
1985	1179	—	—	—	—	1009	170
1990	2146	—	—	—	—	1901	245
1995	2355	—	—	—	—	2012	343
2000	3120	—	—	—	—	2696	424
Средняя Азия							
1980	86370	—	—	55360	25420	—	5590
1985	93555	—	—	60295	27700	—	5560
1990	98530	—	—	63690	29370	—	5470
1995	102160	—	—	67060	29580	—	5520
2000	109850	—	—	73800	30410	—	5640
Казахстан							
1980	21319	860	19	—	10650	1300	8490
1985	23250	890	55	—	11820	1635	9120
1990	25590	940	135	—	12360	2110	10045
1995	27825	945	225	—	12500	2890	11265
2000	30465	1290	315	—	13250	3555	12055

В Схеме Союзгипроводхоза приведено также несколько вариантов и темпов развития орошения в Обь-Иртышском бассейне с разбивкой как по бассейнам, так и по экономическим районам. Анализ этих материалов и работа над Схемой позволили Союзгипроводхозу предложить рекомендуемый вариант.

Сводные показатели по этим вариантам приведены в таблицах 3.6 и 3.7.

Как показывает их анализ, они несколько отличаются от разработок ТЭО 1-ой очереди переброски и близки к минимальному варианту ТЭО.

В Схеме Союзгипроводхоза имеется раздел по использованию части перебрасываемого стока на территории РСФСР и Казах-

Таблица 3.4

Размещение площадей лиманного орошения в бассейнах основных рек Срединного региона, тыс. га

(В/О Союзводпроект, 1982)

Годы	Площадь лиманного орошения	В том числе		
		Урал	Обь	Прочие бассейны
Уральский район				
1980	11,3	11,3	—	—
1985	11,3	11,3	—	—
1990	11,3	11,3	—	—
1995	11,3	11,3	—	—
2000	11,3	11,3	—	—
Западно-Сибирский район				
1980	29,3	—	29,3	—
1985	49,3	—	49,3	—
1990	70,0	—	70,0	—
1995	90,0	—	90,0	—
2000	100,0	—	100,0	—
Казахстан				
1980	910,9	194,0	165,0	551,9
1985	980,9	194,0	179,0	607,9
1990	1051,0	199,0	193,0	659,0
1995	1121,0	209,0	203,0	709,0
2000	1191,0	212,0	213,0	766,0

Таблица 3.5

Развитие орошаемого земледелия в Обь-Иртышском бассейне в пределах Срединного региона (по данным Союзгипроводхоза, 1980 г.)

Бассейны рек	1990 г.			2000 г.	
	площадь орошения, тыс. га		безвозвр. изъятие, км³/год	площади орошения, тыс. га	безвозвр. изъятие, км³/год
	max вар-т	min вар-т			
Всего по бассейну	1839	1638	5,6	3972	12,0
в т. ч. Обь	890	1096	2,0	2168	5,3
Иртыш	949	542	3,6	1804	6,7

Таблица 3.6

Размещение площадей регулярного и лиманного орошения в Обь-Иртышском бассейне по материалам «Схемы...» (тыс. га)

(Союзгипроводхоз, 1981 г.)

	Вид орошения	Вариант Минводхозов РСФСР и КазССР		Рекомендуемый вариант Союзгипроводхоза	
		1990 год	2000 год	1990 год	2000 год
Всего по бассейну Оби и Иртыша	регулярное	1821	3387	1685	2953
	лиманное	430	550	436	557
в т. ч.:					
по бассейну Оби	регулярное	564	972	526	975
	лиманное	80	150	86	177
по бассейну Иртыша*	регулярное	1257	2415	1159	1978
	лиманное	350	400	350	400

* Рассматривается вместе с бассейном Иртыша также бассейн Ишима, Тобола и бессточная зона Казахстана.

Таблица 3.7

Полное и безвозвратное водопотребление в бассейне Оби для «рекомендуемого» варианта, млн. м³/год

Бассейны	Годы	Водопотребление на регулярное орошение		Водопотребление на лиманное орошение	
		полное	безвозвратное	полное	безвозвратное
Всего по бассейну Оби и Иртыша	1990	4855	4404	1879	1503
	2000	8550	7907	2562	2049
в том числе:					
по бассейну Оби	1990	1030	972	274	219
	2000	2090	1995	642	514
по бассейну Иртыша*	1990	3825	3432	1605	1284
	2000	6460	5912	1920	1535

стана. Так, 2-ая очередь мероприятий по освоению орошаемых земель в зоне Главного канала переброски с 1990 по 2000 гг. предполагает ввод новых массивов орошения на площади 305 тыс. га с полным водопотреблением порядка 1,0 км³/год. Для подачи воды на орошение из Главного канала переброски предусматривается строительство магистральных каналов в Северо-Казахстан-

* Включая бассейн Ишима, Тобола и бессточной зоны Казахстана.

ской, Кокчетавской и Кустанайской областях. На территории РСФСР в Тюменской области предполагается забирать воды Южно-Тюменским магистральным каналом из Главного канала переброски, а на территории Курганской и Челябинской областей вода будет подаваться по Троицкому магистральному каналу.

Материалы Казгипроводхоза, разработанные к Схеме комплексного использования водных ресурсов Оби и Иртыша (1981 г.), отражают перспективы развития орошения в границах Казахстана. Сравнение их с вышеприводимыми данными показывает, что Казахстан предъявляет несколько большие требования, чем рассмотренные Союзгипроводхозом в 1982 г. в дополнительных проработках по замечаниям ГЭК Госплана СССР.

Поверхностные водные ресурсы, принятые практически во всех работах по Срединному региону (ГГИ, ИВП АН СССР, Союзгипроводхоз, Союзводпроект, ИГ АН СССР, и др.), приводятся в таблице 3.8.

Водохозяйственная обстановка в зоне изъятия стока. Участок реки Иртыш от створа Бухтарминской ГЭС до Омска и Оби выше створа Новосибирской ГЭС является наиболее напряженным с водохозяйственной точки зрения. Здесь в водохозяйственном комплексе сконцентрированы интересы большого количества водопользователей и водопотребителей, включая энергетику, речной транспорт, рыбное и сельское хозяйство, промышленно-коммунальное водопотребление, ирригацию, рекреацию, санитарные требования и др. Представленные в таблице 3.9 данные характеризуют водопотребление в бассейне Оби на существующем (1980 г.) и проектных (1990 г. и 2000 г.) уровнях, а также за пределами 2000 г. на прогнозных этапах отдаленной перспективы, отнесенной к условному уровню 2020 г.

Помимо ирригации и промышленно-коммунального комплекса, требования на воду бассейна Оби предъявлены рыбным и сельским хозяйствами, речным транспортом и санитарией.

Требования судоходства заключаются в поддержании определенных глубин с помощью попусков и гарантированных расходов воды на конкретных участках рассматриваемых рек.

В настоящее время в бассейне Оби специальные навигационные попуски осуществляются из Новосибирского водохранилища для поддержания глубин судового хода на участке Новосибирская ГЭС — устье Томи и из Бухтарминского водохранилища транзитом на участке Бухтарма — Усть-Каменогорск. На остальных судоходных участках рек Обь и Иртыш сквозное судоходство ориентируется на бытовые естественные расходы в реках. Рост проектного водопотребления на уровне 2000 г., усугубленный предполагаемым водозабором в КНР (4,5 км^3 на уровне 2000 г.) не позволяет удовлетворить всех участников водохозяйственного комплекса в условиях планируемой перспективы. Таким образом, дальнейшее развитие водопотребления возможно лишь при проведении определенных водохозяйственных мероприятий.

Таблица 3.8

Поверхностные водные ресурсы главных речных бассейнов Срединного региона

Бассейн, река-створ	Средний многолетний		Сток различной обеспеченности, км³/год		
	расход, м³/с	объем, км³/год	75%	90%	95%
I. Бассейн Карского моря					
Обь — г. Камень-на-Оби	1630	51,6	43,2	37,5	34,7
Обь — выше впадения Иртыша	7790	246	219	201	190
Обь — с. Белогорье	10550	333	293	263	246
Обь — устье	13300	420	376	342	323
Приток в Обскую губу	16800	530	474	431	407
Иртыш — граница СССР	246	7,76	6,43	5,43	5,0
Иртыш — с. Шульба	931	29,4	24,1	20,4	18,5
Иртыш — г. Омск	960	30,3	24,0	20,1	17,2
Иртыш — выше устья Тобола	1330	42,0	34,0	29,0	26,4
Иртыш — г. Тобольск	2180	68,7	55,8	47,4	43,2
Иртыш — устье	2800	88,3	70,6	60,0	54,8
Енисей — устье	19200	606	575	540	520
Прочие реки Обь-Иртышского бассейна и Карского моря	6800	214	—	—	—
Всего по бассейну Карского моря	42800	1350	—	—	—
II. Бассейн Аральского моря					
Бассейн Амударьи*	2516	79,5	68,5	60,0	56,5
в т. ч. с территории СССР	1770	56,0	48,3	42,3	39,8
в т. ч. Амударья	2157	68,1	60,4	54,6	51,3
в т. ч. с территории СССР	1560	49,2	42,7	38,1	35,4
Бассейн Сырдарьи	1177	37,2	31,2	26,8	24,6
в т. ч. Сырдарья	1078	34,0	28,9	25,3	23,2
Бассейн бессточных рек	183	5,8	5,2	4,8	4,5
в т. ч. Чу	127	4,0	3,7	3,4	3,3
прочие мелкие водотоки	139	4,4	3,8	3,4	3,1
Всего по бассейну Аральского моря	4015	126,9	108,7	95,0	88,7
в т. ч. ресурсы территории СССР	3270	103,3	89,2	77,3	72,0

* К бассейну р. Амударьи условно отнесены также бессточные реки Туркмении Мургаб и Теджен, притекающие с территории Ирана и имеющие постоянное подпитывание непосредственно из р. Амударьи по Каракумскому каналу.

Таблица 3.9

Сводная таблица безвозвратных изъятий стока в бассейне Оби

(Союзгипроводхоз, 1982 г.)

Наименование	Уровень 1980 года					Уровень 1990 года		
	Ирригация		Промышленно коммунально бытовое и рыбное хоз-во	Прочие потери[1]	Всего изъятие стока, км³	Ирригация		Промышленно коммунальное бытовое и рыбное хоз-во
	Площадь орошения, тыс. га	Безвозвратное изъятие				Площадь орошения, тыс. га	Безвозвратное изъятие	
		млн. м³	млн. м³	млн. м³			млн. м³	млн. м³
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Река Обь								
выше ств. Новосибирска	130,4	350,0	293,2	500	1,14	626,5	1728	620
в т. ч. Кулундунская степь	40,5	180,7	—	—	0,18	225,6	880,5	—
выше ств. Колпашево	204,5	423,3	426,0	500	1,35	885,8	1991	1494
выше ств. Шапшино	204,6	423,4	1264	500	2,19	890,0	1995	2230
Река Иртыш								
выше ств. Шульба	116,7	433,6	107,8	1460	2,00	193,2	660,9	192
выше ств. граница РСФСР	216,8	876,4	1312	1460	3,65	536,2	2076	2741
выше ств. Омск	282,6	1035	1455	1460	3,95	772,1	2665	2946
выше ств. Тобольск	577,6	1642	2622	1460	5,72	1203	3503	4663
Итого в бас. Оби								
выше Белогорья	782,2	2065	3886	1960	7,91	2093	5498	6893
в т. ч. бас. Ишима на собственном стоке	58,7	198,1	170,9	—	0,37	74,0	250	180
в т. ч. бас. Тобола на собственном стоке	210,7	360,9	816,8	—	1,18	262,0	410	1100
в т. ч. бас. Иртыша	308,2	1083	1633	1460	4,18	867,0	2843	3383
На канале переброски	—	—	—	—	—	—	—	—
в т. ч. по КазССР	—	—	—	—	—	—	—	—
в т. ч. по РСФСР	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего на стоке Оби	782,2	2065	3886	1960	7,91	2093	5498	6893
в т. ч. по КазССР	330,0	1096	1708	1460	4,26	6700	2338	3251
в т. ч. по РСФСР	452,2	969	2178	500	3,65	1420	3160	3642

Продолжение таблицы 3.9

Наименование	Уровень 1990 года		Уровень 2000 года					За пределами 2000 года				
			Ирригация		Промышленное коммунальное бытовое и рыбное хоз-во	Прочие потери[1]	Всего изъятие стока, км³	Ирригация		Промышленное коммунальное бытовое и рыбное хоз-во	Прочие потери[2]	Всего изъятие стока, км³
	Прочие потери[1]	Всего изъятие стока, км³	Площадь орошения, тыс. га	Безвозвратное изъятие				Площадь орошения, тыс. га	Безвозвратное изъятие			
	млн³ м³			млн. м³	млн. м³	млн. м³			млн. м³	млн. м³	млн. м³	
1	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Река Обь												
выше ств. Новосибирска	500	2,85	1758	4817	942,7	1200	6,96	2760	6117	1643	1500	11,3
в т. ч. Кулундунская степь		0,88	867,1	3075				1867	6375			
выше ств. Колпашево	500	4,02	2162	5225	1931	1200	8,36	3560	9043	2631	1500	13,2
выше ств. Шапшино	500	4,72	2168	5232	2553	1200	8,98	3564	9050	3253	1500	13,8
Река Иртыш												
выше ств. Шульба	2230	3,08	301,0	1028	217,8	6830	8,08	301,0	1028	217,8	6830	8,08
выше ств. граница РСФСР	2230	7,08	899,9	3376	3488	6830	13,70	1430	5376	3488	6830	15,69
выше ств. Омск	2230	7,91	1290	4325	3734	6830	14,89	2490	7825	4234	6830	18,89
выше ств. Тобольск	2230	10,40	1854	6548	5956	6830	19,33	3054	10048	6456	6830	23,33
Итого в бас. Оби												
выше Белогорья	2730	15,12	4022	11780	8509	8030	28,32	6618	19098	9709	8330	37,14
в т. ч. бас. Ишима на собственном стоке		0,43	106,0	400	210		0,61	106,0	400	210		0,61
в т. ч. бас. Тобола на собственном стоке		1,51	306,0	1540	1600		3,14	306,0	1540	1600		3,14
в т. ч. бас. Иртыша	2230	8,46	1442	4608	4146	6830	15,58	2642	8108	4646	6830	19,58
На канале переброски	—	—	900	2300	4000	—	6,3	2700	7300	3500	—	10,8
в т. ч. по КазССР	—	—	500	1700	1900	—	3,6	1700	5300	1500	—	6,8
в т. ч. по РСФСР	—	—	400	600	2100	—	2,7	1000	2000	2000	—	4,0
Всего на стоке Оби	2730	15,12	4922	14080	12509	8030	34,6	9318	26398	13209	8380	47,94
в т. ч. по КазССР	2230	7,82	1560	5852	6112	6830	18,8	3295	11452	5712	6830	23,99
в т. ч. по РСФСР	500	7,30	3362	8228	6397	1200	15,8	6023	14946	7497	1500	23,95

[1] В величину прочих потерь включены потери на испарение в Новосибирском, Бухтарминском и Шульбинском водохранилищах и отборы в КНР в объеме 0,3 км³

[2] В величину прочих потерь включены потери на испарение в Новосибирском, Каменском, Бухтарминском, Шульбинском водохранилищах и отборы в КНР в объеме 4,3 км³.

Таблица 3.10

Параметры годового стока различной обеспеченности в расчетных створах бассейна Оби

(Союзгипроводхоз, 1982)

Река—створ	Параметры годового стока				Обеспеченность					
	Cv	Cs	размерность	Q	5%	25%	50%	75%	90%	95%
Обь — г. Камень-на-Оби	0,22	0,40	м³/с	1630	2260	1860	1600	1370	1190	1100
			км³	51,4	71,3	58,7	50,5	43,2	37,5	34,7
Обь — г. Новосибирск	0,21	0,40	м³/с	1785	2445	2035	1760	1520	1325	1220
			км³	56,3	77,1	64,2	55,8	47,9	41,8	38,5
Обь — Нижневартовский	0,15	0,40	м³/с	6317	7960	6885	6250	5620	5180	4865
			км³	199	251	217	197	177	163	153
Обь — с. Белогорье	0,17	0,40	м³/с	10550	13710	11710	10400	9280	8350	7800
			км³	333	432	369	329	293	263	246
Иртыш— приток к Бухтарминскому водохранилищу	0,28	0,67	м³/с	605	914	710	590	484	405	363
			км³	19,1	28,8	22,4	18,6	15,3	12,8	11,4
Иртыш — с. Шульба	0,25	0,50	м³/с	931	1340	1080	910	764	649	587
			км³	29,4	42,3	34,1	28,7	24,1	20,5	18,5
Иртыш — г. Омск	0,27	0,54	м³/с	944	1400	1100	920	761	636	570
			км³	29,8	44,2	34,7	29,0	24,0	20,1	18,0
Иртыш — г. Тобольск	0,26	0,70	м³/с	2160	3200	2510	2120	1770	1500	1370
			км³	68,7	101	79,2	66,9	55,8	47,3	43,2
Тобол — устье	0,39	1,05	м³/с	846	1406	1030	789	609	476	417
			км³	26,7	46,0	32,5	24,9	19,2	15,0	13,2
Ишим — устье	0,99	1,98	м³/с	58,4	174	81,2	40,8	17,3	6,42	3,15
			км³	1,84	5,49	2,56	1,29	0,54	0,2	0,10

Гидрология и водопотребление. Длительность гидрологических наблюдений по створам бассейна Иртыша колеблется от 45 до 70 лет. Параметры стока в расчетных створах даны в табл. 3.10. Влияние хозяйственной деятельности на естественный сток реки, обусловленный вводом в эксплуатацию Бухтарминского водохранилища и ростом безвозвратного водопотребления, начинает сказываться с 60-х годов. Это определило продолжительность основного расчетного ряда (1930—1960 гг.). Водохозяйственные расчеты велись как по календарным рядам длительностью 30 и 45 лет, так и обобщенным методом с применением теории вероятности, а в ряде случаев по реальным годам, близким к расчетной обеспеченности, по величине стока. Репрезентативность исходных рядов подтверждается присутствием в них группировок маловодных и многоводных лет различной длительности. Более подробно этот вопрос освещен в «Схеме комплексного использования водных и связанных с ними земельных ресурсов рек Оби и Иртыша». Внутригодовое распределение стока для расчета принято с мая месяца, что отвечает началу основного весеннего половодья на сибирских реках и началу забора воды местными ирригационными каналами.

В расходной части водохозяйственных балансов в соответствии с вышеизложенным, учитывались требования всего комплекса водопотребителей, в который включены ирригация, промышленность и коммунально-бытовое водоснабжение, рыбное хозяйство, судоходные и санитарные попуски, гидроэнергетика и рекреационные нужды.

Требования водопотребителей и водопользователей отнесены к уровням развития народного хозяйства, начиная с 1980 г., характеризующего современное состояние, до условно 2020 г., отвечающего отдаленной перспективе.

Санитарные расходы р. Иртыша в расчетных створах приняты в водохозяйственных расчетах в соответствии с имеющимися проработками к Техпроекту Шульбинской ГЭС.

р. Иртыш. Гарантированные попуски ниже расчетных створов на р. Иртыш определяются как сумма гарантированного попуска в указанных створах и бокового притока, за вычетом безвозвратного изъятия стока на собственные нужды.

Гарантированные расходы в створе Омска на всех уровнях принимались в размере 550—600 м³/с в период навигации; расходы зимнего периода определялись как разница проектного зимнего энергетического расхода Шульбинской ГЭС и проектного водозабора на участке Шульба — Омск.

Ирригационное водопотребление на уровне 1990 и 2000 гг. рассматривалось применительно к варианту «максимум» (заявки областей) и к варианту, рекомендуемому «Схемой Оби и Иртыша». Поскольку разница в водопотреблении между этими двумя вариантами незначительна, основная часть балансов составлялась

для варианта максимального развития орошаемого земледелия по заявкам областей.

Энергетика и судоходство по объему требований к стоку играют доминирующую роль в бассейне Иртыша. Гарантированные энергетические попуски в водохозяйственных расчетах выдерживались в нижнем бьефе Бухтарминской ГЭС, Усть-Каменогорской ГЭС, а начиная с 1980 г., в створе Шульбинской ГЭС. Сквозное судоходство по Иртышу на участке Бухтарма — Шульба и Шульба — Тобольск базируется на выдерживании гарантированного навигационного расхода в нижнем бьефе Бухтарминского водохранилища и в створе Омска.

Допустимый зимний минимум в Омске, как в замыкающем створе, принимался бесперебойным в объеме попуска 95% обеспеченности наблюденных меженных расходов. Водохозяйственный баланс Иртыша от Бухтармы до Тобольска на уровне 1980 г. приведен в табл. 3.11.

Сток Иртыша в настоящее время регулируется Бухтарминским водохранилищем, вступившим в эксплуатацию в 1959 г. с полезной емкостью 31 км^3. Гидроузел предназначался для регулирования стока Иртыша в целях энергетики и судоходства на участке Буртарма — Шульба и для осуществления попусков на заливку пойменных земель ниже Шульбинского гидроузла.

Значительная сработка Бухтарминского водохранилища при осуществлении необходимого попуска (3500 м^3/с в течение 15 суток) не всегда была эффективна из-за несовпадения с паводковой волной боковой приточности на участке Бухтарма — Шульба, это привело к тому, что водохранилище в настоящее время практически сработано. В связи с изложенным был разработан Технический проект Шульбинского водохранилища сезонного регулирования с полезной емкостью 1,47 км^3. Гидроузел в настоящее время строится и предполагается, что он начнет работать к 1985—1990 гг. Ввод сооружения в эксплуатацию гарантирует, согласно проекту, 80% обеспеченность заливки пойменных земель и зимний энергетический расход в размере 450 м^3/с. Что касается попусков на пойму из Бухтарминского водохранилища в период до ввода Шульбинского водохранилища, то целесообразно не осуществлять их до наполнения Бухтарминского водохранилища с целью его работы в многолетнем режиме регулирования. Проведенные расчеты с использованием стохастического моделирования показывают, что в средних по водности условиях это может произойти примерно к 1990 г.

До этого момента Бухтарминское водохранилище может осуществлять компенсированное сезонное, а при необходимости частично многолетнее регулирование стока (для поддержания гарантированных расходов в нижнем бьере Бухтарминской и Усть-Каменогорской ГЭС), накапливая его излишки при отсутствии попусков на затопление Иртышской поймы. В этих условиях в нижнем бьефе Бухтарминской ГЭС может выдерживаться зим-

Таблица 3.11

Водохозяйственный баланс р. Иртыша на уровень 1980 года по реальному 1933/34 году

(Союзгипроводхоз, 1982)

$м^3/с$

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
Естественный приток к Бухтарминской ГЭС	669	551	499	410	261	209	166	120	105	108	124	294	9,2
Отборы выше Бухтарминской ГЭС	43	84	75	49	24	8	5	4	5	4	5	5	0,8
в том числе в КНР	20	26	20	15	8	6	3	3	3	3	3	4	0,3
Проектный приток к Бухтарме	626	467	424	361	237	201	161	116	100	104	119	289	8,4
Потери в водохранилище	56	80	115	90	80	25	5	5	15	20	20	—70	1,2
Регулирование стока в в-ще	—53	137	219	257	374	359	94	139	165	166	151	—109	5,1
Попуск в нижний бьеф Бухтарминской ГЭС	517	524	528	528	531	535	250	250	250	250	250	250	12,3
Боковой приток до Усть-Каменогорска	33	26	22	22	19	15	11	9	8	9	9	13	0,5
Проектн. расход в нижний бьеф Усть-Каменогорской ГЭС	550	550	550	550	550	550	261	259	258	259	259	263	12,8
Боковой приток от Усть-Каменогорского до Шульбинского створа	463	208	115	105	86	77	43	44	38	21	27	489	4,5
Отборы стока на уч-ке Бухтарма — Шульба	3	8	8	4	4	2	2	1	2	1	2	1	0,1
Проектный приток к створу Шульба	1010	750	657	651	632	625	302	300	294	279	284	751	17,2
Отборы стока на уч-ке Шульба — Павлодар	46	60	61	50	50	43	34	33	34	33	34	33	1,4

Продолжение таблицы 3.11

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
в том числе канал Иртыш — Караганда	41	41	41	41	41	41	32	32	32	32	32	32	1,3
Проектный расход в створе Павлодар	964	690	596	601	582	582	268	267	260	246	250	718	15,8
Отборы стока на уч-ке Павлодар — граница РСФСР	4	13	14	8	8	1	1	1	1	1	1	1	0,1
Проектный расход на границе РСФСР	960	677	582	593	574	581	267	266	259	245	249	717	15,7
Отборы стока от границы РСФСР до Омска	8	37	21	12	21	6	5	5	5	5	5	5	0,4
Проектный расход в створе Омска	952	640	561	581	553	575	262	261	254	240	244	712	15,3
Боковой приток от Омска до Усть-Ишима (в том числе проектный расход р. Ишим)	1119	220	66	87	71	85	96	73	56	54	52	127	5,5
Отборы стока от Омска до Усть-Ишима	5	12	8	6	8	5	4	4	4	4	4	4	0,2
Проектный расход в створе Усть-Ишима	2066	848	619	662	616	655	354	330	306	290	292	835	20,6
Отборы от Усть-Ишима до Тобольска	4	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	8	0,1
Естественный приток Тобола	2080	1900	608	297	366	264	180	72	69	75	82	115	16,1
Отборы стока в бассейне Тобола выше устья	35	80	85	60	32	28	23	23	23	23	23	23	1,2
Проектный приток Иртыша к створу Тобольск	4107	2663	1138	895	947	888	508	376	349	339	348	919	35,4

Обеспеченность наполнения Бухтарминского водохранилища

Расчетные уровни	90%	50%
1985 год	19 км³	25 км³
1990 год	20 км³	31 км³
2000 год	18 »	24 км³

ний пупуск в размере 250 м³/с, а судоходный попуск в створе Усть-Каменогорской ГЭС может колебаться от 550 м³/с до 400 м³/с. Летний навигационный расход 80% обеспеченности по числу бесперебойных лет и 90% обеспеченности по сумме бесперебойных месяцев календарного ряда в Омске при этом режиме может составить 600 м³/с, при зимнем санитарном попуске в размере 260 м³/с.

Анализ водохозяйственной обстановки в бассейне Иртыша от створа Бухтарминской ГЭС до Омска на уровне 1990 г. базируется в основном на материалах Техпроекта Шульбинской ГЭС.

Водохозяйственная обстановка при этом характеризуется режимом компенсированного сезонного регулирования стока Бухтарминским водохранилищем по отношению к Шульбинскому створу при независимом многолетнем регулировании в собственном створе. Шульбинское водохранилище осуществляет неглубокое сезонное регулирование стока, в основном формируя попуск на пойму.

Суммарная регулирующая способность Шульбинского и Бухтарминского водохранилищ определила в Техпроекте Шульбинской ГЭС полную комплексную отдачу.

Очевидно увеличение размеров специального попуска на пойму возможно лишь за счет урезки потребителей. По результатам выполненных расчетов построены графики (рис. 3.1), характеризующие влияние объема попуска на величину гарантированных навигационных расходов при различных площадях регулярного орошения. Представленные результаты соответствуют режиму независимого многолетнего и компенсированного по отношению к Шульбинскому створу сезонного регулирования стока Бухтарминским водохранилищем. Гарантированные расходы приняты 90% обесп.

В качестве основного варианта водохозяйственного баланса, определяющего проектный приток к Тобольску (створ предполагаемого водозабора в канал переброски) на уровне 1990 г., приняты зарегулированные расходы в нижнем бьефе Шульбинской ГЭС. Наложением на величину зарегулированных расходов нижнего бьефа Шульбы боковой приточности и водопотребления нижележащего участка был получен проектный сток в створе То-

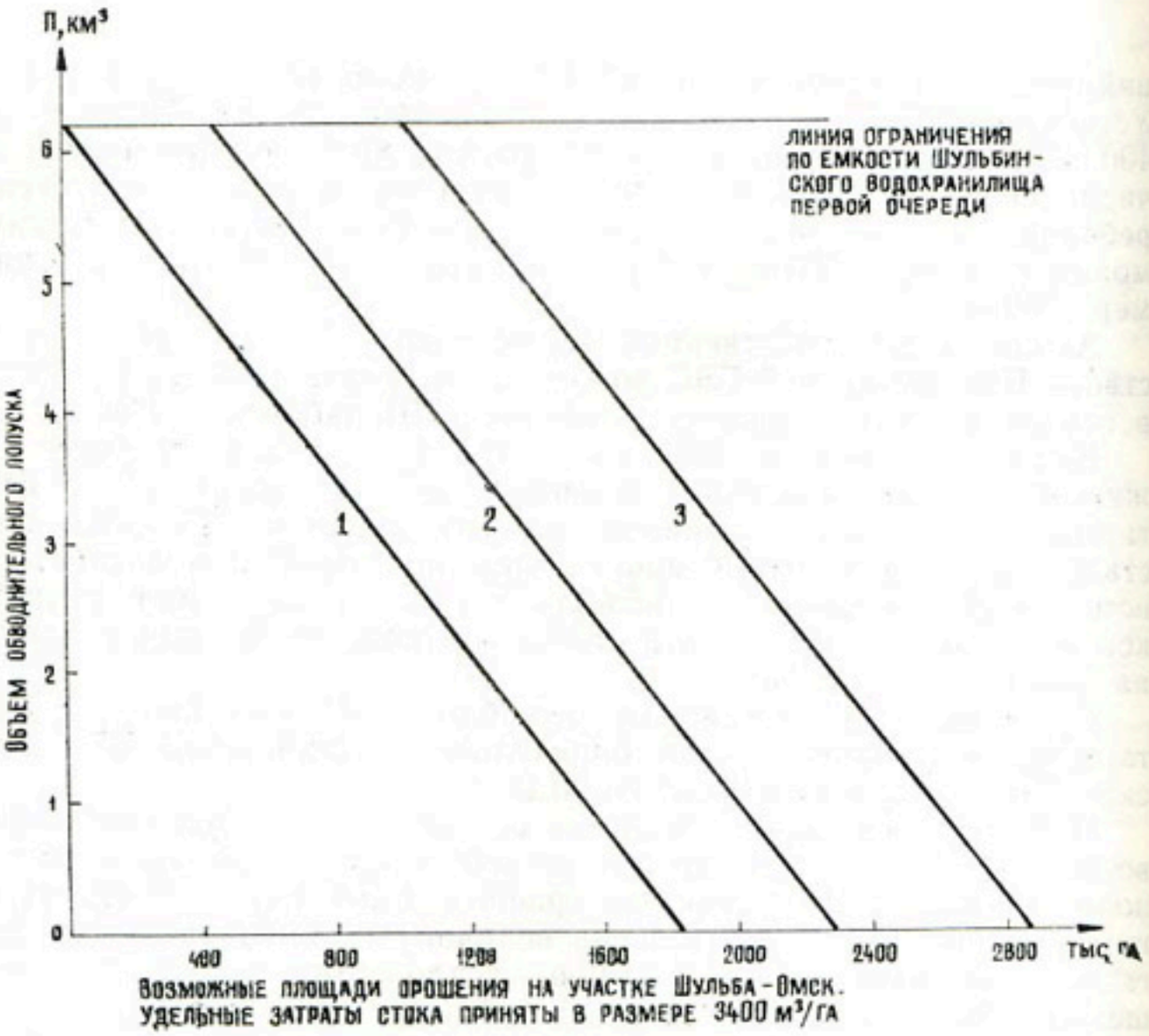


Рис. 3.I

больска. Водохозяйственный баланс Иртыша от Бухтармы до Тобольска по реальному маловодному году приводится в табл. 3.12.

Перспективное безвозвратное водопотребление в бассейне Иртыша на уровне 2000 года, вне зависимости от того, будет к тому времени подаваться попуск на пойму или будет осуществлен переход на регулярное орошение, требует полного использования водных ресурсов реки.

Таблица 3.12

Водохозяйственный баланс р. Иртыш на уровне развития 1990 г. по реальному 1933/34 году

(Союзгипроводхоз, 1982)

м³/с

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
Естественный приток к Бухтарминской ГЭС	669	551	499	410	261	209	166	120	105	108	124	294	9,3
Отборы выше Бухтарминской ГЭС	68	110	95	61	30	7	3	5	5	5	5	13	1,1
в том числе КНР	20	26	20	15	8	6	3	3	3	3	3	4	0,3
Проектный приток к Бухтарме	601	441	404	349	231	202	163	115	100	103	119	281	8,2
Регулирование стока в Бухтарминском водохранилище	—14	—183	269	289	330	300	226	271	312	313	302	36	7,4
Потери стока в Бухтарминском водохранилище	70	100	145	110	100	25	—	5	20	25	30	—70	1,5
Попуск в нижний бьеф Бухтарминского водохранилища	517	524	528	528	461	477	389	391	392	391	391	387	14,1
Боковая приточность на уч-ке до Усть-Каменогорска	33	26	22	22	19	15	11	9	8	9	9	13	0,5
Проектный приток к Усть-Каменогорску	550	550	550	550	480	492	400	400	400	400	400	400	14,6
Отборы на уч-ке Усть-Каменогорск — Шульба	13	28	27	13	13	0	0	4	4	4	4	15	0,3
Боковая приточность на уч-ке Усть-Каменогорск — Шульба	463	208	115	105	86	77	43	44	38	21	27	489	4,5
Проектный приток к Шульбе	1000	730	638	642	553	569	443	440	434	417	423	474	17,8
Регулирование стока в Шульбинском водохранилище	—180	15	87	26	2	—59	—106	—98	—99	—100	—99	311	—0,8
Потери стока в Шульбинском водохранилище	15	25	25	30	30	15	—	—	—	—	—	16	0,4

Продолжение таблицы 3.12

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
Попуск в нижний бьеф Шульбинского водохранилища	805	720	700	638	525	495	337	342	335	317	324	769	16,6
Отборы на уч-ке Шульба — Павлодар	104	142	140	110	113	78	63	63	63	63	63	63	2,8
в том числе канал Иртыш — Караганда	75	75	75	75	75	75	60	60	60	60	60	60	2,1
Проектный расход в створе Павлодар	701	578	560	528	412	417	274	279	272	254	261	706	13,8
Отборы стока на уч-ке Павлодар — граница РСФСР	24	60	56	34	43	3	7	8	8	8	8	16	0,7
Проектный расход на границе РСФСР	677	518	504	494	369	414	267	271	264	246	253	690	13,1
Отборы стока от границы РСФСР до Омска	5	21	11	6	10	0	1	2	2	2	2	13	0,2
Проектный расход в створе Омска	672	497	493	488	359	414	266	269	262	244	251	667	12,9
Отборы на уч-ке Омск — Усть-Ишим	20	112	60	25	52	0	5	6	6	6	6	43	0,9
Приточность на уч-ке Омск — Усть-Ишим	1060	214	80	75	82	86	96	73	57	55	54	92	5,3
Проектный приток к Усть-Ишиму	1712	599	513	538	389	500	357	336	313	293	299	726	17,3
Суммарная боковая приточность на уч-ке Усть-Ишим — Тобольск с учетом отборов на р. Ишим и р. Тобол	2783	2753	1501	1333	329	300	277	202	121	80	77	491	26,9
Проектный приток к Тобольску	4495	3352	2014	1871	718	800	634	538	434	373	376	1217	44,2

Суммарное безвозвратное изъятие стока в бассейне в сумме с предполагаемым водозабором в КНР — 4,5 км³/год и заявками водопотребителей и водопользователей от Бухтармы до Омска составляет около 34 км³/год при величине среднемноголетнего стока в зоне формирования порядка 29 км³/год.

Таким образом, даже при теоретически максимальной степени зарегулированности имеют место дефициты, превышающие объем попуска, установленного Техпроектом Шульбинской ГЭС.

Как показали выполненные расчеты для полного зарегулирования стока Иртыша требуется переход Бухтарминского водохранилища на режим многолетнего компенсированного регулирования стока. Необходимая при этом сезонная емкость сосредотачивается в Шульбинском водохранилище, определяя полезный объем II очереди порядка 3—4 км³. Альтернативой описанного режима является 7—10 км³ емкости Шульбинского водохранилища, осуществляющего независимое многолетнее регулирование в собственном створе. Высокая емкость Бухтарминского водохранилища позволит довести коэффициент регулирования практически до предела ($\alpha = 0{,}97—0{,}98$). В таких условиях увеличение требований одного участника комплекса вызывает практически прямопропорциональное уменьшение остальных.

На рис. 3.2 в виде номограмм иллюстрируется связь между объемом попуска и величинами гарантированных энергетических и навигационных попусков в определяющих створах.

В качестве основного расчетного варианта, определяющего приток к створу Тобольска на уровень 2000 г. принят вариант перехода от искусственного затопления поймы на регулярное орошение. Режим регулирования стока в этом случае описан выше. В табл. 3.13 показан водохозяйственный баланс от Бухтармы до Тобольска на уровне 2000 г. по маловодному реальному году. Приведенный вариант характеризуется следующими гарантированными попусками в расчетных створах р. Иртыш.

Расчетные створы	Гарантированные летние расходы, м³/с	
	Лето	Зима
Усть-Каменогорск	550	—
Шульба	550	360
Омск	600	260
Тобольск	900	240

Дополнительное (по сравнению с 2000 г.) изъятие стока из р. Иртыш возможно только при снижении гарантированных судоходных попусков в створе Омска. Предполагается, что необходи-

Изолинии зимней гарантированной отдачи в створе Шульбинской ГЭС в условиях максимального развития орошения на уровне 2000 г.

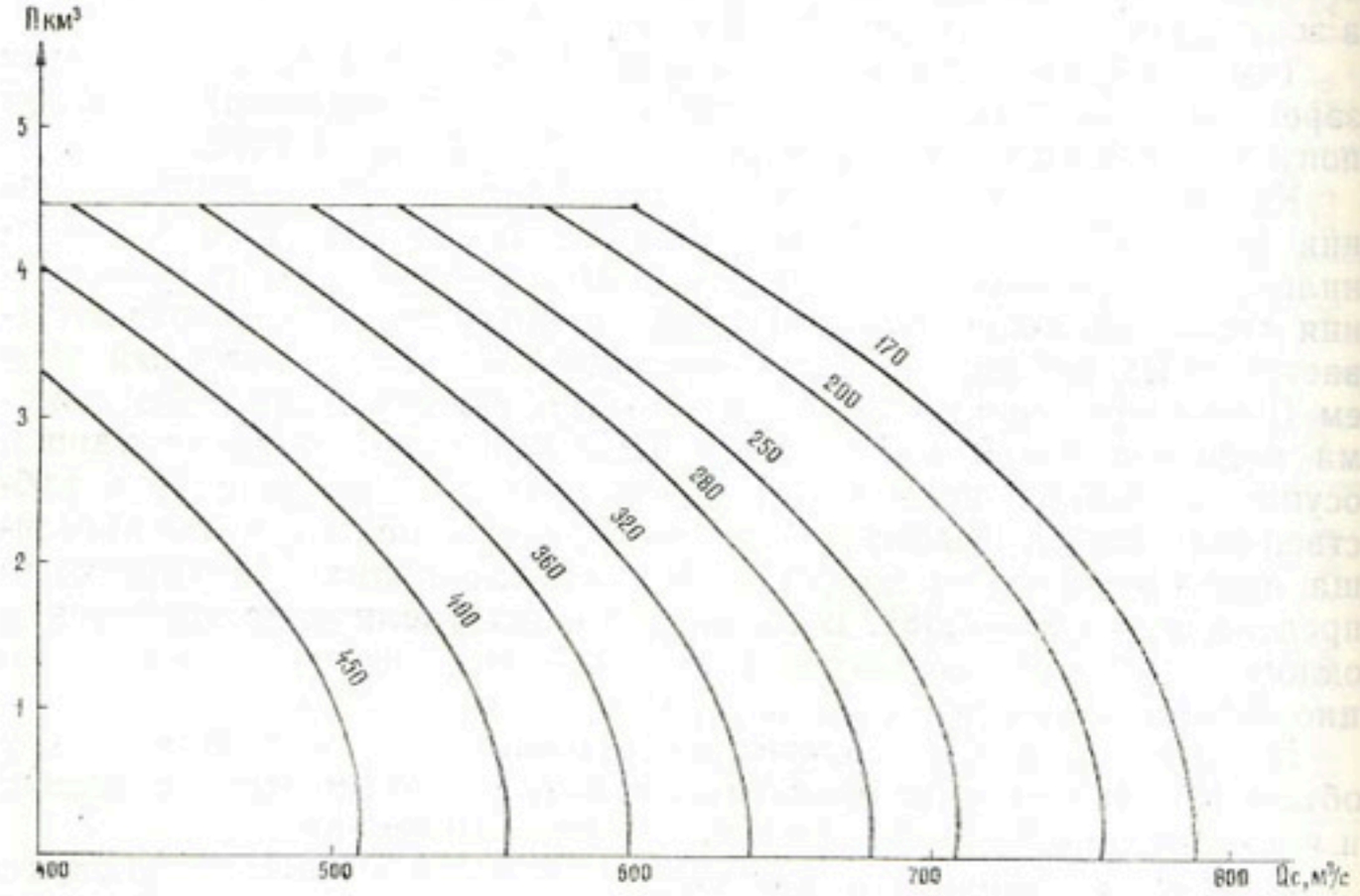


Рис. 3.2

мые глубины для судоходства будут поддерживаться системой подпертых бьефов.

В табл. 3.14 показан расчет, где на уровне 2020 г. за счет снижения судоходных расходов на 250 м³/с из реки Иртыш дополнительно (по сравнению с 2000 г.) безвозвратно забирается 4,0 км³ воды в год, из которых 3,5 км³ отнесены на орошаемое земледелие и 0,5 км³ на промышленно-коммунальный комплекс и прудовое рыбное хозяйство. (Следует отметить, что снижение расходов в створе Омск ниже 350 м³/с в летний и 260 м³/с в зимний периоды может отрицательно сказаться на санитарном состоянии р. Иртыш в этом створе).

В рассмотренном варианте развития народного хозяйства на стоке р. Иртыш в 2020 г. будет орошаться 3,0 млн. га в том числе на территории КазССР — 1,4 млн. га и на территории РСФСР — 1,6 млн. га, из которых 0,4 млн. га на собственном стоке притоков Иртыша реках Тобол и Ишим, т. е. в целом по бассейну Иртыша при отказе от попуска на судоходство сложно будет дополнительно оросить 1,2 млн. га, в том числе по РСФСР — 0,7 млн. га и по КазССР — 0,5 млн. га.

Таблица 3.13

Водохозяйственный баланс р. Иртыш на уровне развития 2000 года по реальному 1933/34 году

(Союзгипроводхоз, 1982)

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
Естественный приток к Бухтарминской ГЭС	669	551	499	410	261	209	166	120	105	108	124	294	9,3
Отборы выше Бухтарминской ГЭС	363	576	426	276	151	90	31	19	16	14	16	62	5,3
в том числе КНР	305	462	319	208	119	86	28	16	13	12	14	62	4,3
Проектный приток к Бухтарме	306	—25	73	134	110	119	135	101	89	94	108	232	4,0
Регулирование стока в Бухтарминском водохранилище	281	649	752	709	799	516	220	270	305	318	302	—63	13,3
Потери стока в Бухтарминском водохранилище	70	100	145	110	100	30	—	5	20	25	30	—70	1,4
Попуск в н. б. Бухтарминского водохранилища	517	524	680	733	809	613	358	366	374	387	380	237	15,7
Боковая приточность на уч-ке до Усть-Каменогорска	33	26	22	22	19	15	11	9	8	9	9	13	0,5
Проектный приток к Усть-Каменогорску	550	550	702	755	828	628	369	375	382	395	389	250	16,2
Отборы на уч-ке Усть-Каменогорск — Шульба	34	73	88	45	43	24	2	9	10	6	6	48	1,0
Боковая приточность на уч-ке Усть-Каменогорск — Шульба	463	208	115	105	86	77	43	44	38	21	27	489	4,5
Проектный приток к Шульбе	979	705	772	815	871	681	410	410	410	410	410	691	19,8
Регулирование стока в Шульбинском водохранилище	—177	433	277	50	50	50	—38	—37	—35	—37	—36	—308	0,5

Продолжение таблицы 3.13

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
Потери стока в Шульбинском водохранилище	15	25	25	30	30	15	—	—	—	—	—	15	0,4
Пропуск в нижний бьеф Шульбинского водохранилища	802	1138	1049	865	921	731	372	373	375	373	374	383	20,7
Отборы на уч-ке Шульба — Павлодар	148	265	263	181	182	119	91	91	98	96	97	97	20,7
в том числе канал Иртыш-Караганда	113	113	113	113	113	112	90	90	91	90	90	91	3,2
Проектный расход в ств. Павлодар	657	893	805	694	748	616	278	280	280	280	280	289	16,3
Отборы стока на уч-ке Павлодар — РСФСР граница РСФСР	34	118	111	56	71	9	12	13	13	13	13	20	1,3
Проектный расход на границе РСФСР	623	775	694	638	677	607	266	267	267	267	267	269	15,0
Отборы стока от границы РСФСР до Омска	23	175	94	38	77	7	6	7	7	7	7	9	1,2
Проектный расход в ств. Омска	600	600	600	600	600	600	260	260	260	260	260	260	13,8
Отборы на уч-ке Омск — Усть-Ишим	24	64	41	23	29	14	11	11	11	11	11	12	0,4
Приточность на уч-ке Омск — Усть-Ишим	1060	214	80	75	82	86	96	73	57	55	54	92	5,3
Проектный приток к Усть-Ишиму	1636	750	639	652	653	672	345	322	306	304	303	340	18,7
Суммарная боковая приточность на уч-ке Ишим — Тобольск с учетом отборов на р. Ишим и р. Тобол	1962	1673	412	174	259	246	161	54	50	53	62	97	13,8
Проектный приток к Тобольску	3598	2423	1051	1026	912	918	506	376	356	357	365	437	32,5

Таблица 3.14

Водохозяйственный баланс р. Иртыш на уровне развития 2020 года по реальному 1983/34 году
(Союзгипроводхоз, 1982)

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
Естеств. приток к Бухтарм. ГЭС	669	551	499	410	261	209	166	120	105	108	124	284	9,3
Отборы выше Бухт. ГЭС	363	576	426	276	151	90	31	19	16	14	16	62	5,3
Проектный приток к Бухтарме	306	—25	73	134	110	119	135	101	89	94	108	232	4,0
Регулир. стока в Бухт. в-ще	281	649	752	709	799	516	220	270	305	318	302	—63	13,3
Потери стока в Бухт. в-ще	70	100	145	110	100	30	—	5	20	25	30	—70	1,4
Пропуск в н.б. Бухт. в-ща	517	524	680	733	809	613	358	366	374	387	380	237	15,7
Боковая приточность на уч-ке до Усть-Каменогорска	33	26	22	22	19	15	11	9	8	9	9	13	0,5
Проектный приток к Усть-Каменогорску	550	550	702	755	828	628	369	375	382	395	389	250	16,2
Отборы на уч-ке Усть-Каменогорск — Шульба	34	73	88	45	43	24	2	9	10	6	6	48	1,0
Боковая приточность на уч-ке Усть-Каменогорск — Шульба	463	208	115	105	86	77	43	44	38	21	27	489	4,5
Проектный приток к Шульбе	979	705	772	815	871	681	410	410	410	410	410	691	19,8
Регулир. стока в Шульбинском в-ще	—354	680	357	33	82	—179	—27	—25	—18	—20	—19	—293	0,6
Потери стока в Шульбинском в-ще	15	25	25	30	30	15	—	—	—	—	—	15	0,4

Продолжение таблицы 3.14

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
Попуск в н. б. Шульб. в-ща	625	1385	1129	782	953	502	383	385	392	390	391	398	20,4
Отборы на уч-ке Шульба — Павлодар	178	425	350	221	255	119	91	91	98	96	97	97	5,6
Проектный расход в ств. Павлодар	474	960	779	561	698	383	292	294	294	294	294	301	14,8
Отборы стока на уч-ке Павлодар — граница РСФСР	54	178	188	96	144	9	12	13	13	13	13	20	2,3
Проектный расход на границе РСФСР	420	782	591	465	554	374	280	281	281	281	281	281	12,8
Отборы стока от границы РСФСР до Омска	70	432	241	115	204	24	20	21	21	21	21	21	3,2
Проектный расход в ств. Омск	350	350	350	350	350	350	260	260	260	260	260	260	9,6
Отборы на уч-ке Омск — Усть-Ишим	24	64	41	23	29	14	11	11	11	11	11	12	0,7
Приточность на уч-ке Омск — Усть-Ишим	1060	214	80	75	82	86	96	73	57	55	54	92	5,3
Проектный приток к Усть-Ишиму	1380	500	389	402	403	422	345	322	306	304	303	340	14,2
Суммарная боковая приточность на уч-ке Усть-Ишим — Тобольск с учетом отборов на р. Ишим и р. Тобол	1962	1673	412	174	259	246	161	54	50	53	62	97	13,8
Проектный приток к Тобольску	3348	2173	801	576	662	668	506	376	356	357	365	437	23,0

р. Обь. Размеры водопотребления в собственном бассейне Оби характеризуются данными табл. 3.8. Наиболее напряженным с водохозяйственной точки зрения является на Оби участок ниже Новосибирской ГЭС. Создание водохранилища привело к интенсификации русловых процессов в нижнем бьефе, усугубленной значительным объемом землечерпательных работ и добычей нерудных материалов в русле и пойме реки.

В связи с этим значительно ухудшились условия навигации в ближайший период, а в зимнее время условия водозабора в промышленную и коммунальную водопроводную систему г. Новосибирска.

Указанные обстоятельства требуют определенных мероприятий. Водохозяйственными расчетами рассмотрена возможность повышения попуска в нижний бьеф Новосибирской ГЭС за счет дополнительного регулирования стока Оби в Еландинском и Каменском водохранилищах.

Для оценки возможного увеличения гарантии в нижнем бьефе Новосибирского водохранилища по результатам водохозяйственных расчетов построены номограммы, отвечающие уровню 1990 и 2000 гг. развития народного хозяйства (рис. 3.3).

Рыбное хозяйство в бассейне Оби базируется на сумме бытовых расходов в определенные месяцы и на естественном бытовом уровенном режиме водотоков.

Объемы переброски определяются остаточным стоком в створе Белогорья, который в свою очередь определяется как сумма гарантированных расходов в створах Новосибирска, устья Томи (с учетом работы Крапивинского водохранилища I-ой (на 1990 г.) и II-ой (на 2000 г.) очереди на Оби Шульбы и Омска на Иртыше.

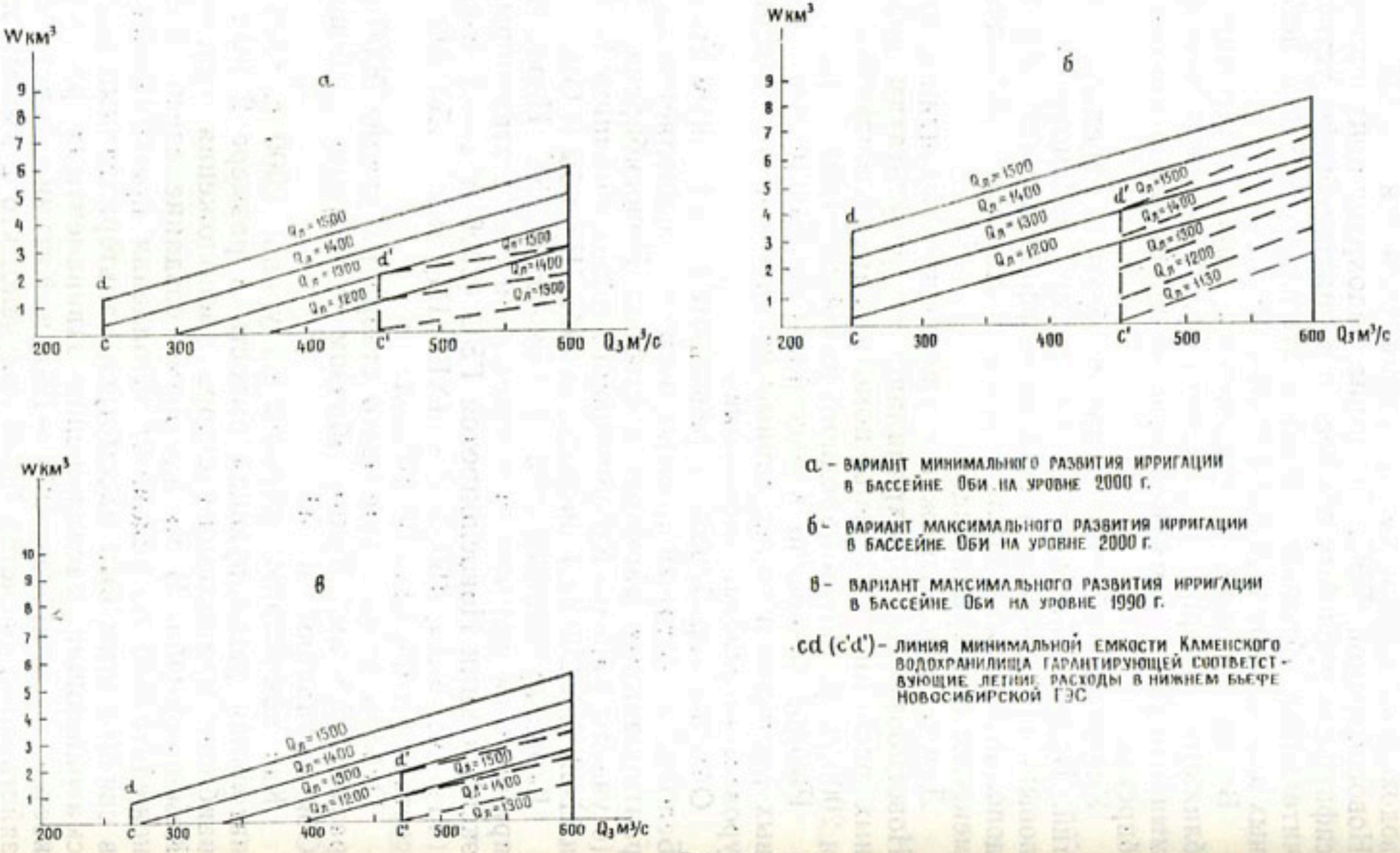
Гарантированный сток в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС принимался при этом в соответствии с существующими правилами эксплуатации Новосибирской ГЭС (2000 $м^3/с$ — V м-ц, 1300 $м^3/с$ — (VI — X) м-цы, 450 $м^3/с$ — (XI — III) м-цы, 750 $м^3/с$ — IV м-ц) и составляет порядка 30 $км^3$/год.

Отборы стока выше этого створа на уровне 2000 г. приняты в размере 5,8 $км^3$. Таким образом суммарные требования к стоку Оби составляют 36 $км^3$.

Как показывают расчеты на уровне 2000 г. требуется дополнительная регулирующая емкость в размере 2 $км^3$. В качестве наиболее приемлемого створа расположения рассмотрен створ Камень-на-Оби. В то же время создание здесь водохранилища нежелательно по условиям затопления прилегающих территорий; в связи с этим был рассмотрен альтернативный вариант, предусматривающий расположение эквивалентных регулирующих емкостей на притоках Оби — Бии и Катуни. В результате водохозяйственных расчетов было получено, что 2 $км^3$ емкости в Каменском створе может быть заменена 3,8 $км^3$ емкостью на Бии плюс 4,4 $км^3$ емкость на Катуни, в том числе Еландинское водохранилище, сохраняющее энергетический режим регулирования, либо

Графики зависимости гарантированных летних и зимних расходов в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС от емкости Каменского водохранилища на разных уровнях развития народного хоз-ва

——— без учета регулирования стока в Еландинском вдхр.
– – – – с учетом работы Еландинского вдхр. (полезная емкость - 3.0 км³)



а - вариант минимального развития ирригации в бассейне Оби на уровне 2000 г.

б - вариант максимального развития ирригации в бассейне Оби на уровне 2000 г.

в - вариант максимального развития ирригации в бассейне Оби на уровне 1990 г.

cd (c'd') - линия минимальной емкости Каменского водохранилища гарантирующей соответствующие летние расходы в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС

Рис.3.3

3 км³ емкостью на Бии плюс 3,4 км³ емкость на Катуни при переводе Еландинского водохранилища в режим водопотребления.

Приток к Белогорью Иртышских вод в 2000 г. определяется, как указывалось выше, суммой гарантированных попусков створа Омска (навигационный 600—550 м³/с) и в нижнем бьефе Шульбинского водохранилища (360—410 м³/с).

Дополнительное регулирование стока Оби в интересах ирригации дает возможность увеличить отборы стока выше Новосибирского створа сверх 5,8 км³. Проведенные расчеты на уровень условно 2020 г. выполнены для объема изъятия стока выше Новосибирска в размере 11 км³ в год. Чтобы удовлетворить эти требования при повышенных на 100 м³/с гарантированных попусках в Новосибирске (2000, 1400, 550, 750 м³/с), необходимо построить Каменское водохранилище емкостью около 12 км³. За счет этого на уровне 2020 года можно будет дополнительно отобрать порядка 4 км³ воды в год, в том числе 3,3 км³ на орошаемое земледелие и 0,7 км³ на промышленно-коммунальный комплекс и прудовое рыбное хозяйство. За счет дополнительного отбора воды на орошение поливные площади выше створа Новосибирской ГЭС могут быть доведены до 2,8 млн. га, т. е. на 1,0 млн. га больше, чем в 2000 г. Ниже створа Новосибирской ГЭС возможности по водным ресурсам неограничены. В 2020 г. здесь планируется оросить 0,8 млн. га, в основном в бассейнах р.р. Томь и Чулым, что на 0,4 млн. га больше, чем в 2000 г.

Таким образом, в бассейне собственно Оби на уровне 2020 г. может быть орошено 3,6 млн. га, а всего в бассейне Оби и Иртыша 6,6 млн. га, в том числе по РСФСР 5,2 млн. га.

Кроме того, из канала переброски первой очереди планируется орошать 0,9 млн. га, в том числе 0,4 млн. га по РСФСР. При наращивании отбора в канал переброски до объемов второй очереди из канала может орошаться 2,7 млн. га, в том числе по РСФСР 1 млн. га и по КазССР — 1,7 млн. га.

Створ Белогорье. Результаты выполненных по бассейну Оби водохозяйственных расчетов позволили определить остаточный сток р. Обь в створе Белогорье на расчетных уровнях развития, иллюстративные балансы даны в табл. 3.16—3.23.

Следует подчеркнуть, что все планируемые к строительству в бассейне Оби водохранилища необходимы для собственных нужд бассейна, а не для целей переброски. Без осуществления намеченного регулирования стока невозможно развитие водопотребления в планируемых масштабах. Задействованные на уровне 2000 г. комплексные водохранилища выше Белогорья приведены ниже.

Таблица 3.15

Река	Название водохранилища	Режим работы	Полезная емкость, км³	
			1990 г.	2000 г.
Обь	Еландинское (р. Катунь)	сезонное	3,4	3,4
	Каменское	сезонное	—	2,0
	Новосибирское	сезонное	4,4	4,4
	Крапивинское (р. Томь)	многолетнее	9,7	17,1
Иртыш	Бухтарминское	многолетнее	31,0	31,0
	Шульбинское	сезонное	3,2	3,2

В принципе, расчеты по определению возможности водозабора в канал переброски сводились к сопоставлению проектного притока к створу Белогорья и режима водозабора в канал, принятого в размере 1000 м³/с в период V — X месяцев и 600 м³/с в период XI — IV месяцев.

Результаты таких расчетов по створу Белогорья, выполненных по 30-летнему ряду для уровней развития 1990 и 2000 гг., приведены в нижеследующей табл. 3.24.

Для сопоставления в таблице показаны бытовые расходы Оби в створе Белогорья той же обеспеченности.

На уровне 2000 г. в условиях зарегулированного стока Оби существующими и проектируемыми водохранилищами (Бухтарминское — 31 км³, Шульбинское — 3,2 км³, Новосибирское — 4,4 км³, Крапивинское — 17,1 км³) и с учетом суммарного безвозвратного изъятия стока в собственном бассейне Оби на уровень 2000 г. (26,6 км³/год) проектный приток к створу Белогорье 95% обеспеченности по сумме навигационных месяцев составляет 6670 м³/с (90% обеспеченности 7130 м³/с), а с учетом отбора в канал переброски (1000 м/³с) — 5670 м³/с (90% обеспеченности 6130 м³/с).

Проектный расход Оби в створе Белогорье в размере 6670 м³/с принят за базисный навигационный расход соответствующих проектным условиям, складывающимся в бассейне Оби на уровень развития 2000 г. без отбора стока Оби в канал переброски. Уменьшение базисного расхода с 6670 до 5670 м³/с в условиях отбора 25 км³ в канал переброски повлечет за собой снижение судоходных глубин на 50 см.

Затраты на дополнительные дноуглубительные работы по поддержанию планируемых Минречфлотом РСФСР глубин на участке р. Оби ниже Белогорья на уровне 2000—2020 гг. (базисный расход 6670 м³/с) составляют 70 млн. руб. по капвложениям и 8,6 млн. руб. по эксплуатационным расходам, а также 6,4 млн. руб. по капвложениям на береговые сооружения. Полученные данные со-

Таблица 3.16

Водохозяйственный баланс р. Обь на участке от створа Камень-на-Оби до створа Новосибирской ГЭС по реальному (1933/34) маловодному году на уровне развития народного хозяйства в 1980 г. (современное состояние)

(Союзгипроводхоз, 1982)

$м^3/с$

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	$км^3$/год
Естественный приток к створу Камень-на-Оби	2642	2372	1822	1672	1552	855	350	350	275	302	217	704	34,5
Отборы стока выше створа Камень-на-Оби	8	24	22	15	7	6	5	5	5	5	5	5	0,3
Проектный приток к створу Камень-на-Оби	2638	2348	1800	1657	1545	849	345	345	270	297	212	699	34,2
Отборы стока на уч-ке Камень-на-Оби — Новосибирск	8	32	28	17	22	4	3	3	3	3	3	3	0,3
Проектный приток к Новосибирскому водохранилищу	2630	2316	1772	1640	1523	845	342	342	267	294	209	696	33,9
Потери на испарение и ледообразование	30	30	30	30	30	30	15	3	10	20	30	—43	0,6
Регулирование стока в Новосибирском водохранилище	—600	—786	—284	310	193	—485	123	111	193	176	271	—11	—2,1
Расходы в нижнем бьефе Новосибирского водохранилища	2000	1500	1458	1300	1300	1300	450	450	450	450	450	750	31,2

Таблица 3.17

Водохозяйственный баланс р. Обь на участке от створа Камень-на-Оби до створа Новосибирской ГЭС по реальному (1933/34) маловодному году на уровне развития народного хозяйства 1990 года

(Союзгипроводхоз, 1982)

$м^3/с$

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
Естественный приток к Камню-на-Оби	2642	2372	1822	1672	1552	855	350	350	275	302	217	704	34,5
Регулирование стока в Еландинском водохранилище	—138	—595	—261	—	—	38	86	150	190	211	224	242	0,4
Отборы стока выше Камня-на-Оби	31	95	87	47	23	20	13	13	13	13	13	13	1,0
Проектный приток к Камню-на-Оби	2473	1682	1474	1625	1529	873	423	487	452	500	428	933	33,9
Отборы стока от Камня-на-Оби до Новосибирска	37	141	143	52	74	50	6	6	6	6	6	6	1,4 (в т. ч. 0,9 км³ в Кулунду)
Боковой приток от Камня-на-Оби до Новосибирска	20	—90	150	110	60	10	50	17	9	4	16	398	2,0
Потери с поверхности Новосибирского водохранилища	30	30	30	30	30	30	15	3	10	20	30	—43	0,6
Проектный сток в Новосибирском створе	2426	1421	1451	1653	1485	803	452	495	445	478	408	1368	33,9
Регулирование в Новосибирском водохранилище	—426	—121	—151	—353	—185	497	—2	—45	5	—28	42	—618	3,8
Расход в нижнем бьефе Новосибирского водохранилища	2000	1300	1300	1300	1300	1300	450	450	450	450	450	750	30,1

Таблица 3.18

Водохозяйственный баланс р. Обь на участке от створа Камень-на-Оби до створа Новосибирской ГЭС по реальному (1933/34) маловодному году на уровне развития народного хозяйства в 2000 году

(Союзгипроводхоз, 1982)

$м^3/с$

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
Естественный приток к Камню	2642	2372	1822	1672	1552	855	350	350	275	302	217	704	34,5
Регулирование стока в Еланде	—138	—595	—261	—	—	38	86	150	190	211	224	242	0,4
Отборы стока выше Камня	61	215	202	107	37	19	16	16	16	16	16	16	1,9
Проектный приток к Каменскому водощранилищу	2443	1562	1359	1565	1515	874	420	484	449	497	425	930	33,0
Регулирование в Каменском водохранилище	—293	316											0,0
Зарегулированный сток в Камне	2150	1878	1359	1565	1515	874	420	484	449	497	425	930	33,0
Отборы стока от Камня до Новосибирска	145	463	499	176	253	48	32	18	21	32	46	—59	4,4
в том числе испарение из Каменского водохранилища	35	46	56	35	35	35	21	7	10	21	35	—70	0,7
забор в Кулунду	95	365	371	140	199								3,1
Боковой приток от Камня до Новосибирска	20	—90	150	110	60	10	50	17	9	4	16	398	2,0
Потери из Новосибирского водохранилища	25	25	25	25	25	25	12	3	8	17	25	—36	0,5
Проектный приток к Новосибирскому водохранилищу	2000	1300	985	1474	1297	811	426	480	429	452	370	1423	30,1
Регулирование в Новосибирском водохранилище			315	—174	3	489	24	—30	21	—2	80	—673	0,1
Расход в нижний б. Новосибирского водохранилища	2000	1300	1300	1300	1300	1300	450	450	450	450	450	750	30,2

Таблица 3.19

Водохозяйственный баланс р. Обь на участке от створа Камень-на-Оби до створа Новосибирской ГЭС по реальному (1933/34) маловодному году на уровне развития народного хозяйства за пределами 2000 г. (условно — уровень 2020 г.)

(Союзгипроводхоз, 1982)

$м^3/с$

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
Естественный приток к Камню-на-Оби	2642	2372	1822	1672	1552	855	350	350	275	302	217	704	34,5
Регулирование стока в Еландинском водохранилище	—138	—595	—261	—	—	38	86	150	190	211	224	242	0,4
Отборы стока выше Камня-на-Оби	61	215	202	107	37	19	16	16	16	16	16	16	1,9
Проектный приток к Каменскому водохранилищу	2443	1562	1359	1565	1515	874	420	484	449	497	425	930	33,0
Регулиров. стока в Каменском водохранилище						528	53	—7	46	27	115	—383	1,0
Зарегулированный сток в створе Камень-на-Оби	2443	1562	1359	1565	1515	1402	473	477	495	524	540	547	34,0
Отборы стока от Камня-на-Оби до Новосибирска	286	896	944	365	505	87	61	41	46	61	81	—69	8,7
в том числе из Каменского водохранилища	50	65	80	50	50	50	50	10	15	30	50	—100	1,0
забор в Кулунду в 2000 г.	95	365	371	140	199								3,1
приращение к 2020 г.	102	390	397	150	213								3,3
Боковая приточность от Камня-на-Оби до Новосибирска	20	—90	150	110	60	10	50	17	9	4	16	398	2,0
Потери с поверхности Новосибирского ворохранилища	25	25	25	25	25	25	12	3	8	17	25	—36	0,5
Проектный сток в Новосибирском створе	2152	551	540	1285	1045	1300	450	450	450	450	450	1050	26,8
Регулирование в Новосибирском водохранилище	—152	749	760	15	255							—300	3,4
Расход в нижнем бьефе Новосибир. водохранилища	2000	1300	1300	1300	1300	1300	450	450	450	450	450	750	30,2

Таблица 3.20

Определение проектного притока к створу Белогорье на р. Обь по реальному (1933/34) маловодному году на уровне развития народного хозяйства в 1980 г. (современное состояние)

(Союзгипроводхоз, 1982)

$м^3/с$

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	$км^3$/год
Расход в нижнем бьефе Новосибирского водохранилища	2000	1500	1458	1300	1300	1300	450	450	450	450	450	750	51,2
Боковой приток на уч-ке Новосибирск — Шапшино	1874	16144	11532	5951	6525	6676	4521	2749	2196	1697	1551	242	177,9
Отборы стока от Новосибирска до Шапшино	35	42	44	41	35	34	28	28	28	28	28	28	1,0
Проектный сток Оби в створе Шапшино	9839	17602	12946	7210	7790	7942	4543	3171	2618	2119	1973	964	208,1
Проектный приток к Тобольску	4107	2603	1138	895	947	888	508	376	349	339	348	919	35,4
Боковая приточность на уч-ке Тобольск — Ханты-Мансийск	1564	764	206	184	133	154	182	89	60	67	61	387	10,1
Проектный сток Иртыша в устье	5671	3427	1344	1079	1080	1042	690	465	409	406	409	1306	455
Проектный приток к Белогорью	15510	21029	14290	8289	8870	8984	5633	5636	3027	2525	2382	2270	2536

Таблица 3.22

Определение проектного притока к створу Белогорье на р. Обь по реальному (1933/34) маловодному году на уровне развития народного хозяйства в 2000 г.

(Союзгипроводхоз, 1982)

$м^3/с$

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	$км^3$/год
Расход в нижнем бьефе Новосибирского водохранилища	2000	1300	1300	1300	1300	1300	450	450	450	450	450	750	30,2
Боковой приток на уч-ке Новосибирск — Шапшино	7874	16144	11532	5951	6525	6676	4521	2749	2196	1697	1551	242	177,9
Отборы стока от Новосибирска до Шапшино	115	92	106	89	56	51	42	42	42	42	42	42	2,0
Регулирование в Крапивинском водохранилище	—1760	—2070	—167	339	303	90	383	519	612	714	728	734	1,1
Проектный сток Оби в створе Шапшино	7999	15282	12559	7501	8072	8015	5312	3676	3216	2819	2687	1684	207,2
Проектный приток к Тобольску	3598	2423	1051	1026	912	918	506	376	356	357	365	437	32,5
Боковая приточность на участке Тобольск — Ханты-Мансийск	1564	764	206	184	133	154	182	89	60	67	61	387	10,0
Проектный сток Иртыша в устье	5162	3187	1257	1210	1045	1072	688	465	416	424	426	824	42,5
Проектный приток к Белогорью	13161	18469	13816	8711	9117	9087	6000	4141	3632	3243	3113	2508	249,8

Таблица 3.23

Определение проектного притока к створу Белогорье на р. Обь по реальному (1933/34) маловодному году на уровне развития народного хозяйства за пределами 2000 г. (условно — уровень 2020 г.)

(Союзгипроводхоз, 1982)

$м^3/с$

Наименование	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	$км^3$/год
Расход в нижнем бьефе Новосибирского водохранилища	2000	1300	1300	1300	1300	1300	450	450	450	450	450	750	30,2
Боковой приток на уч-ке Новосибирск — Шапшино	7874	16144	11532	5951	6525	6676	4521	2749	2196	1697	1551	242	177,4
Отборы стока от Новосибирска до Шапшино	168	130	152	129	76	51	42	42	42	42	42	42	2,5
Регулирование в Крапивинском водохранилище	—1760	—2070	—167	339	303	90	383	519	612	714	728	734	1,1
Проектный сток Оби в створе Шапшино	7946	15244	12513	7461	8052	8015	5312	3676	3216	2819	2687	1684	206,7
Проектный приток к Тобольску	3348	2173	801	576	662	668	506	376	356	357	365	437	28,0
Боковая приточность на уч-ке Тобольск — Ханты-Мансийск	1564	764	206	184	133	154	182	89	60	67	61	387	10,1
Проектный сток Иртыша в устье	4912	2937	1007	760	795	822	688	465	416	424	426	824	38,1
Проектный приток к Белогорью	12858	18181	13520	8221	8847	8837	6000	4141	3632	3243	3113	2508	244,8

Таблица 3.24

Среднемесячные расходы расчетной обеспеченности в створе Белогорье на уровни развития народного хозяйства в 1990, 2000 годах и за пределами 2000 г. (условно уровень 2020 г.)

Расходы стока в створе Белогорье, м³	Период с V по X месяцы						Период с XI по IV месяцы			
	Обеспеченностью 99%		Обеспеченностью 95%		Обеспеченностью 90%		Обеспеченностью 99%		Обеспеченностью 95%	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Бытовые условия	5660	5010	6830	5660	7920	5780	2130	2030	2330	2140
Проектные расходы, уровень 1990 г.	5475	5266	6683	5475	7282	5742	2823	2453	3275	2823
Проектные расходы, уровень 2000 г.	5544	5428	6573	5644	7133	5711	2598	2475	3094	2598
Проектные расходы за пределами 2000 г.	5394	5176	6423	5394	6883	5461	2598	2775	3094	2598
Проектные расходы в условиях переброски стока в объеме 25 км³/год										
Уровень 1990 г.	4475	4266	5632	4475	6282	4742	2223	1853	2675	2223
Уровень 2000 г.	4644	4428	5673	4644	6133	4711	1998	1875	2494	1998
Уровень за пределами 2000 г.	4394	4178	5423	4394	5883	4461	1998	1875	2494	1998

Примечание: I — по сумме бесперебойных навигационных месяцев календарного ряда.
II — по числу бесперебойных лет.

Приведенные в таблице данные отвечают 99% обеспеченности водозабора в канал переброски. Снижение указанной обеспеченности до 90% при уменьшении объема водозабора в канал переброски в два перебойных года до 24,9 и 24,6 км³ позволяет довести зимние гарантированные расходы в нижнем бьефе в Белогорье на уровне 2000 г. и за его пределами до 2000 м³/с с 99% обеспеченностью.

гласованы с Минречфлотом СССР. Расчеты, выполненные для базисного расхода 6630 м³/с, соответствующего уровню развития 1990 г., показали величину компенсационных затрат аналогичную уровню 2000 г.

Минимальные меженные расходы Оби в створе Белогорье в условиях отбора 25 км³ в год в канал переброски, как на уровнях 1990—2000 гг., так и на уровнях 2000—2020 гг. близки к бытовым расходам Оби той же обеспеченности (см. табл. 3.24).

Изменения, которые следует ожидать на уровне развития 2020 г. (по сравнению с 2000 г.), сводятся к уменьшению проектного притока к створу Белогорья на 250 м³/с в период навигации, т. к. именно на эту величину предусмотрено снижение на этом уровне гарантированного расхода в створе Омск на р. Иртыш. Других изменений по сравнению с 2000 г. ожидать не следует.

Отбор в канал переброски на уровне развития 2000 г. по расчету составил 25,2 км³ в год практически бесперебойно (обеспеченностью близкой к 100%).

На отдаленную перспективу за 2020 г. водозабор в канал может быть осуществлен в том же объеме и с той же обеспеченностью при условии указанного выше снижения гарантированных расходов в створе Белогорье, т. е. на 250 м³/с в период летней межени.

При условии сохранения попусков в нижний бьеф Белогорья, принятых для уровня развития 2000 г., рассмотрено несколько случаев водозабора в канал переброски на уровень развития 2020 г. В первом случае обеспеченность водозабора в канал сохраняется (P=100%), сохраняется и гарантия попусков в нижний бьеф Белогорья, принятых на уровне 2000 г., а объем водозабора в канал переброски снижается с 25,2 до 23 км³. Во втором случае водозабор в канал может быть осуществлен в объеме 25,2 км³, но обеспеченность водозабора составит порядка 85% (при сохранении попуска ниже Белогорья на уровне 2000 г.), а среднемноголетний водозабор в канал переброски составит порядка 24,3км³.

В третьем случае водозабор в канал переброски сохраняется в объеме 25,2 (при обеспеченности 100%) со снижением расхода в нижний бьеф Белогорья на 250 м³/с летом, 95% обеспеченности по сумме навигационных месяцев.

В четвертом случае водозабор в канал переброски осуществляется с гарантией 100% в объеме 25,2 км³; гарантия попуска на судоходство в нижнем бьефе Белогорья (принятые для уровня развития 2000 г. в размере 5670 м³/с) также сохраняется при снижении ее обеспеченности (по сумме навигационных месяцев) до 90—92%.

В табл. 3.25 приведена сводка основных показателей расходной части водохозяйственного баланса Обь-Иртышского бассейна по этапам развития.

Таблица 3.25

Основные показатели расходной части водохозяйственного баланса Обь-Иртышского бассейна по этапам развития

Показатели	Этапы развития			
	1980 г.	1990 г.	2000 г.	2020 г.
Безвозвратное изъятие стока на нужды народного хозяйства, км³/год				
1. по Оби	2,2	4,7	9,0	13,8
в том числе выше Новосибирской ГЭС	1,1	2,8	7,0	11,3
2. По Иртышу	5,7	10,4	19,3	23,3
в том числе по Тоболу	1,2	1,5	3,1	3,1
Всего по Обь-Иртышскому бассейну	7,9	15,1	28,3	37,1
Проектные расходы в реках ниже створов: $\frac{\text{V—X}}{\text{XI—IV}}$, м³/с				
1. Новосибирская ГЭС	1300	1300	1300	1300
	450	450	450	450
2. с. Белогорье	6800	6680	6670	6420
	2100	2800	2600	2600
3. Шульбинская ГЭС	—	700	750	500
		450	360	360
4. г. Омск	500	500	600	360
	260	350	260	260
5. г. Тобольск	900	900	900	650
	340	340	240	240
Площади орошения, тыс. га				
1. на Оби	205	890	2170	3560
в том числе выше Новосибирской ГЭС	130	626	1160	2760
2. на Иртыше	306	866	1440	2648
3. на Ишиме	59	74	104	106
4. на Тоболе	210	260	306	306
Итого по Обь-Иртышскому бассейну	780	2090	4020	6620
в т. ч. РСФСР	450	1420	2960	5020
Казахская ССР	330	670	1060	1600
На канале переброски	—	—	900	2700
в т. ч. РСФСР	—	—	400	1000
Казахская ССР	—	—	500	1700
Всего в бассейне Оби	780	2090	4920	9320
в т. ч. РСФСР	450	1420	3360	6020
Казахская ССР	330	670	1560	3300

Вопрос о величине гарантии навигационных глубин для судоходства в р. Оби ниже створа Белогорье необходимо рассматривать в комплексе со всеми участниками водохозяйственного комплекса формирующегося в Срединном регионе при осуществлении тракта Сибарал.

Исследование возможностей увеличения водозабора в канал переброски. В водохозяйственных расчетах, выполненных в составе ТЭО переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан Союзгипроводхозом, определился объем и режим водозабора в канал переброски части стока Оби от створа Белогорье и прогноз перспективного водного режима Оби ниже рассматриваемого створа.

Проектный водный режим Оби в створе Белогорье был определен путем водохозяйственных расчетов, проведенных последовательно по длине реки Оби и ее притоков, с учетом существующих и строящихся регулирующих гидроузлов и возможных заборов воды на народно-хозяйственные нужды выше створа изъятия.

Проектный приток к створу Белогорье ределен в условиях безвозвратных затрат стока выше этого створа в объеме порядка 28 км³ в год, из которых около 12 км³ предусмотрено для орошаемого земледелия, 8 км³ — для целей промышленно-коммунального комплекса, в т. ч. около 3 км³ — в канал Иртыш-Караганда, и порядка 8 км³ — суммарных потерь на испарение в водохранилищах бассейна Оби и прогнизируемый отбор Китайской Народной Республикой в размере 4 км³. Из 12 км³ воды, предусмотренных в ТЭО на ирригацию, 4 км³ намечено использовать на территории Казахстана и 8 км³ в Российской Федерации, в т. ч. на Оби, выше створа Новосибирской ГЭС, около 5 км³.

Расчеты выполнялись с учетом регулирования стока в водохранилищах: Бухтарминское и Шульбинское на р. Иртыше; Новосибирское, Каменское и Крапивинское в бассейне Оби. Все указанные водохранилища работают в режиме, подчиненном требованиям собственных местных водопотребителей. Ни одного кубокилометра полезной емкости водохранилищ не использовалось в расчетах для увеличения гарантированной приточности к створу Белогорье. Следует подчеркнуть, что без осуществления регулирования стока в упомянутых водохранилищах невозможно развитие водопотребления в указанных выше масштабах.

По результатам расчетов был определен среднемесячный проектный приток к створу Белогорье по 30-летнему хронологическому ряду. Ниже приведена выборка из 30-летнего ряда проектного притока к створу Белогорье среднемесячных расходов, соответствующих определенной обеспеченности. Приведенные данные могут служить иллюстрацией самых неблагоприятных для переброски условий проектного стока Оби в створе Белогорье.

Расчеты по определению возможности водозабора в канал переброски сводились к сопоставлению проектного притока к створу Белогорье и режима водозабора в канал, принятого в ТЭО в раз-

Таблица 3.26

м³/с

Месяцы	Минимальные среднемесячные расходы за весь расчетный период	Среднемесячные расходы 90% обеспеченности	Среднемесячные расходы 75% обеспеченности	Среднемесячные расходы 50% обеспеченности
V	7860	9690	12000	13910
VI	15800	16930	18210	19600
VII	12990	14650	16730	21020
VIII	7250	7510	9020	11270
IX	5710	5890	7060	8480
X	5430	6200	6850	8380
XI	3570	4050	4870	5890
XII	3300	3680	4120	4830
I	3610	3750	3900	4190
II	3220	3500	3620	4000
III	2980	3290	3500	3700
IV	2480	2620	3040	3400
годовой сток в км³	195	215	245	285

мере 1000 м³/с в период V — X месяцев и 600 м³/с в период XI — IV месяцев. Как арифметическая разность определялся остаточный сток Оби в створе Белогорье. Подобный расчет выполнен по 30-летнему хронологическому ряду проектного притока Оби в створе Белогорье. Далее определялась обеспеченность остаточного расхода Оби в этом створе для двух периодов: с мая по октябрь, т. е. навигационного периода, и с ноября по апрель. Приводим результаты этих расчетов, где для сопоставления показаны данные о естественных расходах р. Оби в этом створе (табл. 3.27).

Как уже отмечалось, показанные в таблице данные на уровне 2000 г. отвечают 28 км³ безвозвратных затрат стока выше створа Белогорье. На уровне за 2000 г. суммарные затраты стока выше этого створа приняты в объеме 37 км³, из которых 19 км³ предназначено для ирригации, в т. ч. выше створа Новосибирск 8 км³.

Проектный расход Оби в створе Белогорье в период V — X месяцев, соответствующий 95% обеспеченности по сумме бесперебойных месяцев расчетного 30-летнего ряда (6670 м³/с), принят за базисный навигационный расход. Последствия уменьшения базисного расхода, в результате забора воды в канал переброски, оцениваются с позиций снижения судоходных глубин и соответствующего экономического ущерба. Так, при отборе 1000 м³/с по сравнению с базисным расходом следует ожидать снижения глубин на 50 см.

Таблица 3.27

Расчетные условия	Расходы в створе Белогорье по сумме бесперебойных месяцев расчетного ряда, м³/с			
	период с V по X		период с XI по IV	
	обеспеченность		обеспеченность	
	95%	90%	99%	95%
Бытовые условия	6830	7920	2130	2330
Проектные расходы на уровне 2000 г.	6670	7130	2600	3090
Проектные расходы за пределами 2000 г.	6420	6880	2600	3090
Проектные расходы в условиях отбора:				
на уровне 2000 г.	5670	6130	2000	2490
за 2000 г.	5420	5880	2000	2490

Проектный сток Оби в период с XI по IV месяцы подлежит оценке с экологических позиций, поскольку в этот период года со стороны народного хозяйства нет каких-либо требований к водным ресурсам Оби ниже створа Белогорья. В ТЭО принято, что минимальный расход реки Оби ниже створа Белогорье в условиях отбора в канал переброски 25 км³ должен быть не ниже 1800 м³/с, что соответствует естественному 95% обеспеченности расходу Оби в этом створе с понижающим коэффициентом 0,75. Такое решение принято в соответствии с методикой, разработанной для Европейской комиссии ООН под руководством С. Н. Крицкого и М. Ф. Менкеля.

Таковы, вкратце, результаты водохозяйственных расчетов к ТЭО переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию.

По требованию Государственной экспертной комиссии Госплана СССР проведены дополнительные расчеты для оценки возможности увеличения водозабора в канал переброски на 3 км³ в год сверх 25 км³ с точки зрения остаточных расходов ниже створа изъятия — створа Белогорье. Дополнительный водозабор в канал базируется на учете использования призмы форсировки русла главного канала. Отбор 28 км³ предусматривается в следующем режиме, в м³/с.

V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
1150	1150	1150	1150	1150	1150	270	650	720	750	750	600	28

Для сопоставления, ниже приводится режим водозабора в объеме 25 км³, в м³/с.

V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
1000	1000	1000	1000	1000	1000	270	650	650	730	600	600	25

Соответственно, объем дополнительного отбора распределяется по месяцам в режиме, в м³/с.

V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
150	150	150	150	150	150	0	0	70	20	150	0	3

Обращаясь к таблицам режимов, помещенным выше, можно убедиться, что повышение объема изъятия в I, II и III месяцах не влияет на санитарное состояние реки в створе Белогорье. В период навигации дополнительный ущерб судоходству в этом створе подлежит экономической оценке. При этом в качестве базового рассматривается проектный расход 95% обеспеченности по сумме бесперебойных летних месяцев 30-летнего календарного ряда, равный соответственно 6670 м³/с. Ущерб от отбора 25 км³ оценен в ТЭО переброски и составляет порядка 14 млн. рублей при уменьшении указанного расхода до 5670 м³/с.

Увеличение объема переброски, при условии сохранения полученного при отборе 25 км³ базового судоходного расхода, может осуществляться в следующем режиме:

V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	км³/год
150	150	150	150	0	0	0	0	70	20	150	0	2,2

Таким образом, повышение объема водозабора в канал, безущербное, по сравнению с вариантом изъятия 25 км³, составляет 2,2 км³. Доведение этой цифры до 3 км³ обуславливает снижение судоходной гарантии на 150 м³/с в IX и X месяцах. На рис. 3.4, 3.5, 3.6 приведены гидрографы р. Оби; графики стока Оби по длине и отъемов на переброску.

Вышесказанное относится к бесперебойному водозабору в канал переброски. Очевидно, что снижение обеспеченности дополнительного водозабора в 3 км³ до (75—80%) даст возможность сохранить гарантированные остаточные для судоходства расходы в створе Белогорье на уровне переброски 25 км³.

ГИДРОГРАФ Р. ОБИ В СТВОРЕ С. БЕЛОГОРЬЕ

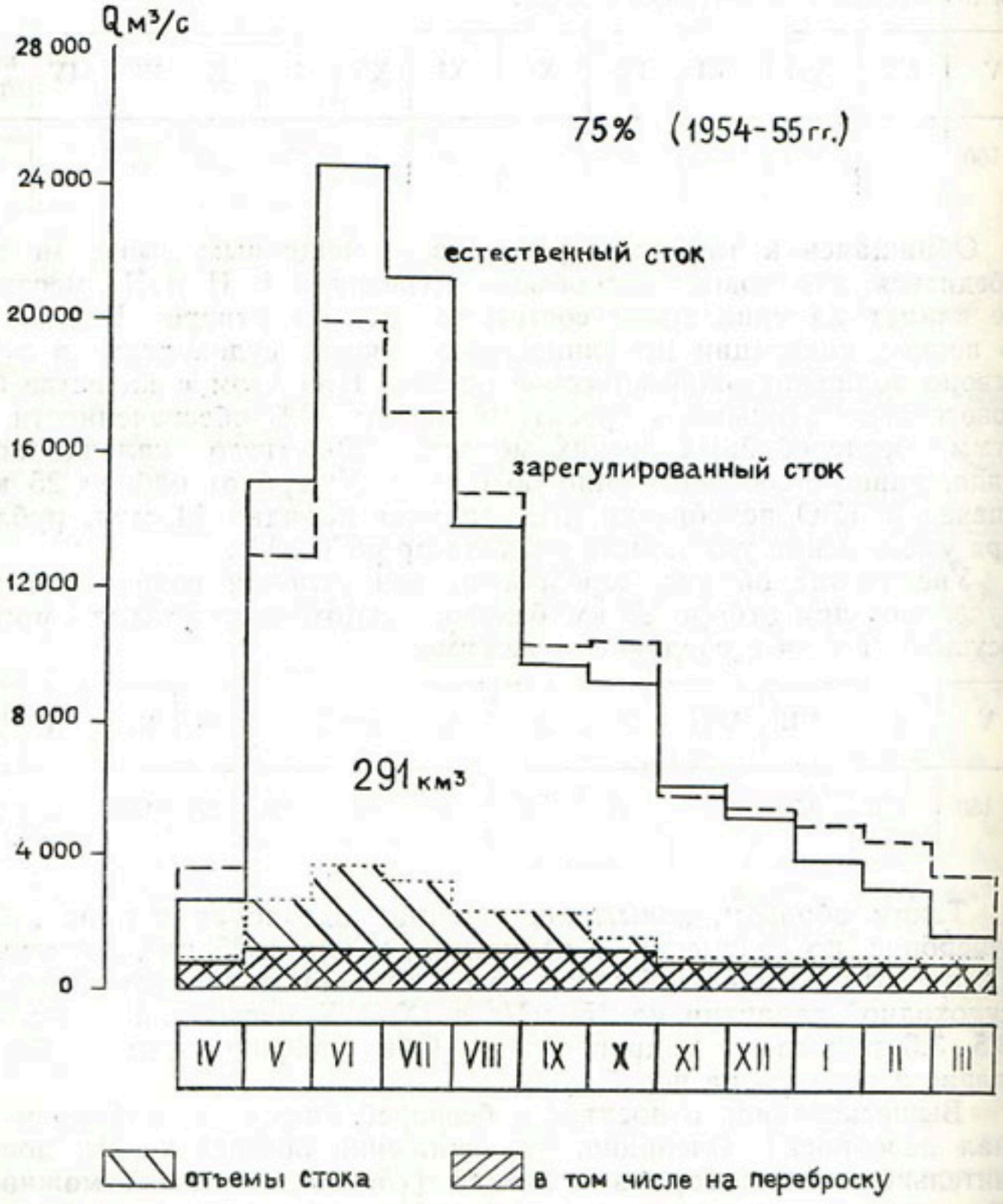


Рис. 3.4

ГИДРОГРАФЫ Р. ОБИ В СТВОРЕ С. БЕЛОГОРЬЕ В ГОДЫ РАЗЛИЧНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ.

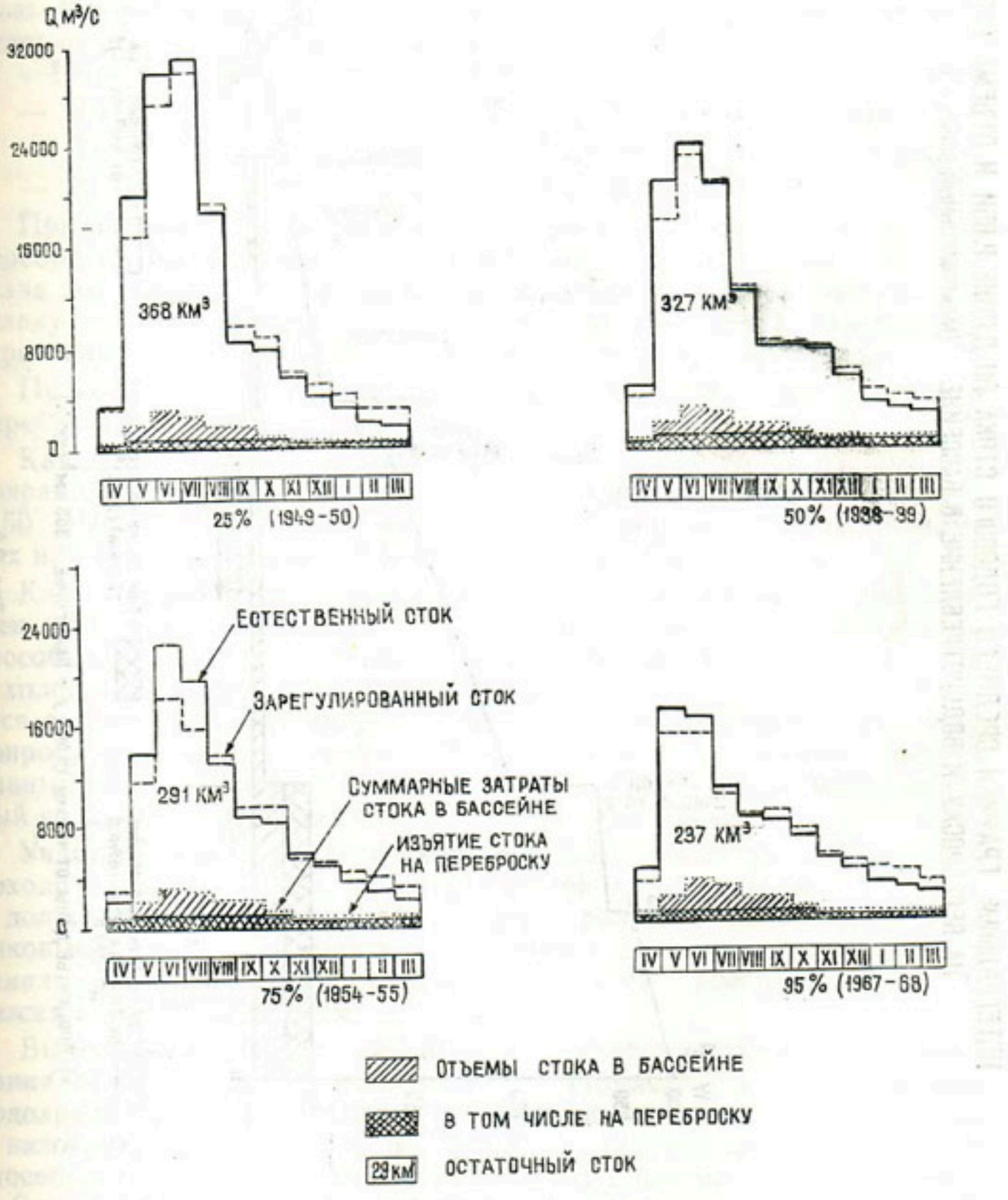
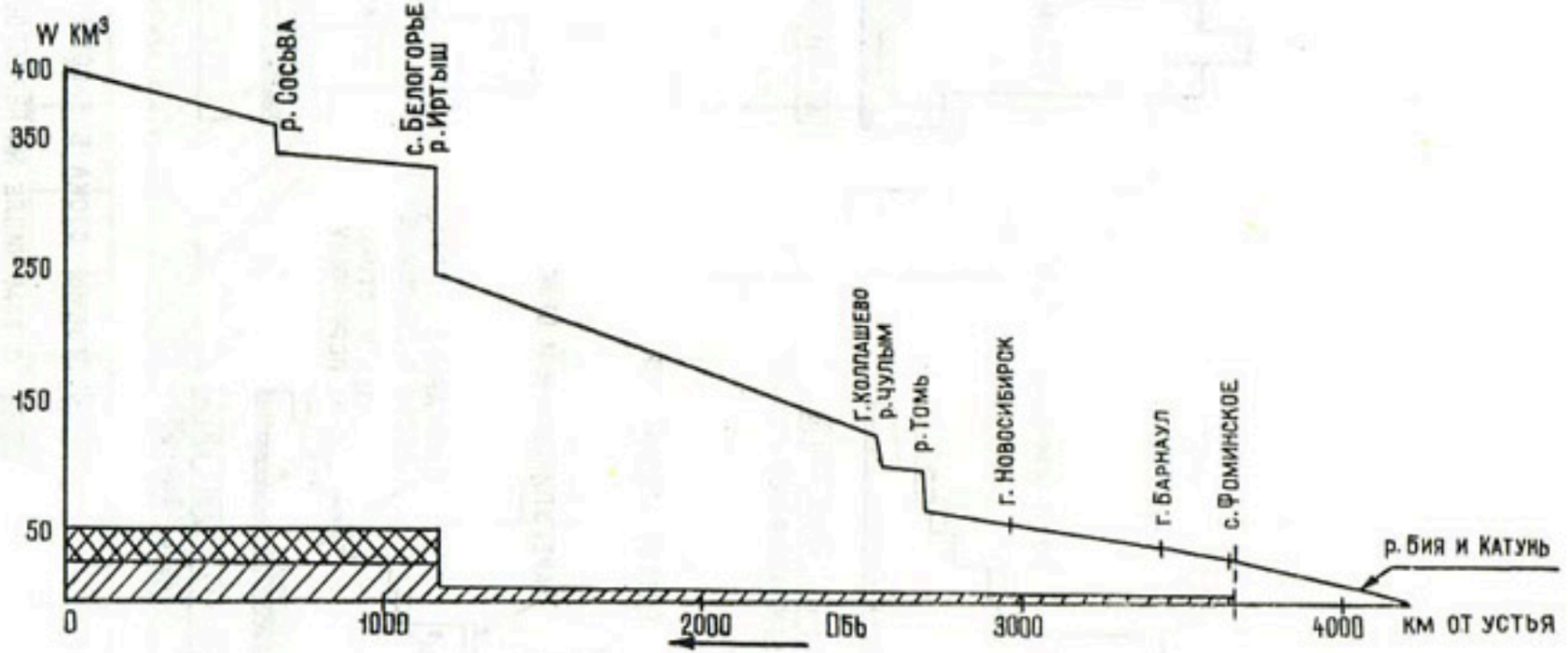


Рис.3.5

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ГРАФИКИ СРЕДНЕГО ГОДОВОГО СТОКА ПО ДЛИНЕ Р. ОБИ И ОТЪЕМА СТОКА НА ПЕРЕБРОСКУ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ В БАССЕЙНЕ (МАКСИМАЛЬНЫЙ ВАРИАНТ)



Отъемы стока в бассейне 54.0 км³ (16.0%)* на период до 2020 г.

в том числе на переброску 27.2 км³ (7.5%)*

остаточный сток 281 км³ (84.0%)*

*) Проценты даны от нормы стока у с. Белогорье – 333 км³ (100%)

Рис. 3.6

Коллегия Госплана СССР 7 июня 1983 г. одобрила заключение Государственной экспертной комиссии Госплана СССР по этому вопросу и рекомендовала Минводхозу СССР приступить к проектированию Главного Сибаральского канала на объем переброски 27,2 км³/год в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана.

Пусковой комплекс. Транспортировка сибирской воды в Среднюю Азию будет осуществляться по тракту переброски, который условно можно разделить на следующие участки:

—I-ый — от водозабора на р. Обь до г. Тобольска;

— II-ой — от г. Тобольска до Тегизского водохранилища;

— III-ий — от Тегизского водохранилища до р. Сырдарьи;

— IV-ый — от р. Сырдарьи до р. Амударьи.

При планировании последовательности строительства тракта переброски было признано целесообразным выделить из всего состава сооружений пусковой комплекс, цель которого ускорить доставку сибирской воды потребителям, не дожидаясь завершения строительства всех сооружений первой очереди переброски.

Пусковой комплекс включает в себя II и III участки тракта переброски.

Канал переброски от Тобольского гидроузла до Тегизского водохранилища запроектирован на пропуск воды расходом 1150 м³/с с учетом возможности 15% форсировки. Запас в дамбах над форсированным горизонтом принят 2 м.

Канал переброски в целях уменьшения капиталовложений должен работать круглый год с максимально возможной пропускной способностью. Последнее лимитируется условиями работы канала в холодный период года, когда пропускная способность уменьшается за счет ледовых явлений. Подробные исследования по этому вопросу позволили принять расход в канале в зимний период равный 600 м³/с. Канал в этот период работает на подпоре, который создается перегораживающими сооружениями.

Участок канала от Тегизского водохранилища до р. Сырдарьи находится в зоне главных потребителей перебрасываемого стока и должен обеспечивать подачу воды в режиме водопотребления, пиковый характер которого определяется требованиями орошения земель. Трансформация режима водоподачи обеспечивается Тегизским водохранилищем.

Выполненные водохозяйственные расчеты с учетом регулирования перебрасываемого стока в Чардаринском и Тюямуюнском водохранилищах и с учетом требований орошаемого земледелия в низовьях рек Сырдарьи и Амударьи определили пропускную способность канала от Тегизского водохранилища до водовыпуска в Сырдарью в размере 1300 м³/с. Пропускная способность собственно Сырдарьинского магистрального канала определена в 525 м³/с, а собственно Амударьинского в 650 м³/с.

При транспортировке воды по каналу переброски будут иметь место потери на фильтрацию и на испарение. Расчет потерь на фильтрацию с учетом необходимых дренажных мероприятий показал, что из канала на участке Тобольск — Тегизское водохранилище, включая последнее, будет теряться около 5 м³/с; на участке Тегизское водохранилище — р. Сырдарья — порядка 20 м³/с; на участке р. Сырдарья — р. Амударья — около 20 м³/с. Всего, на всем протяжении канала, за счет фильтрации будет теряться порядка 45 м³/с, т. е. 1,5 км³.

Потери воды на испарение как в канале, так и в Тегизском водохранилище, определены в объеме порядка 0,9 км³, в том числе непосредственно из Тегизского водохранилища 0,6 км³.

Всего потери воды по каналу и в Тегизском водохранилище составят 2,5 км³ в год.

Прогноз качества воды в канале показал, что при исходной минерализации воды в створе водозабора порядка 250 мг/л, она может увеличиться на 230 мг/л и составить 480 мг/л в концевой части канала у р. Амударьи.

Водозабор в канал переброски базируется на остаточном стоке р. Иртыш в створе г. Тобольска, поэтому в задачу водохозяйственных расчетов входило определение проектных расходов в этом створе.

Проектные расходы Иртыша в ств. Тобольска зависят от объема безвозвратного изъятия воды выше этого створа и от величины гарантированного попуска на судоходство и зимних гарантированных расходов в створе Омска. Проектный приток к отмеченному створу определен в результате водохозяйственного баланса р. Иртыш на уровне развития водопотребления в 1990 и 2000 году и соответствует максимальному варианту развития орошаемого земледелия.

В качестве замыкающих, в смысле поддержания необходимых гарантий, принимались, как это уже отмечалось во II разделе, створы Омска и Шульбинской ГЭС. При этом судоходные гарантированные попуски в Омске выдерживались в размере 550 м³/с, зимние энергетические в нижнем бьефе Шульбинской ГЭС — 410 м³/с. Обеспечение данных гарантий достигается в условиях совместного регулирования стока Иртыша Бухтарминским (полезный объем 31 км³) и Шульбинским (3,2 км³) водохранилищами.

Объемы планируемого безвозвратного изъятия стока представлены в табл. 3.5.

В величину непроизводительных затрат стока включены потери в Бухтарминском и Шульбинском водохранилищах и отбор в КНР в объеме 0,3 км³ на уровне 1990 года и 4,3 км³ на уровне 2000 года. Возможное безвозвратное изъятие стока из р. Тобол и р. Ишим определено по результатам балансовых расчетов, а показанные величины являются предельными для этих рек по условиям возможного регулирования их стока. Дальнейшее развитие

орошения в бассейнах рек Ишим и Тобол возможно только за счет подачи в эти бассейны воды из канала переброски.

Водохозяйственные расчеты по определению проектного притока к ств. Тобольск проводились по 30-летнему хронологическому ряду наблюдений за стоком р. Иртыш в месячных интервалах времени.

Полученный проектный приток к ств. Тобольск использовался для составления водного баланса этого створа с учетом водозабора в канал переброски (без дотации из р. Оби) при сохранении в р. Иртыш со 100% гарантией летнего и зимнего попусков величиной 900 м³/с и 240 м³/с соответственно.

Таким образом, в канал переброски может быть отобран сток Иртыша в размерах, не превышающих пропускную способность канала переброски — 1150 м³/с в период май — октябрь (с учетом форсировки) и 650 м³/с в остальное время года при условии поддержания гарантии в н. б. Тобольского г/у 900 м³/с и 240 м³/с. Кроме того, по требованиям промышленно-коммунального комплекса, на участке Тобольск — Тегиз расход в канале переброски должен быть не менее 80 м³/с.

Очевидно, что дотация воды в Среднюю Азию в период пускового комплекса будет осуществляться неравномерно, как в месячном, так и в годовом объеме в зависимости от водности реки Иртыш в створе Тобольска. Неравномерное распределение стока в Тобольском створе как в многолетии, так и внутри года, обуславливает различные от года к году объемы переброски. Определенные расчетами величины забора в канал характеризуются следующими параметрами:

P% (обеспеченность водозабора)		25	50	75	90
км³ (объем переброски в год)	1990 г.	26,50	17,25	13,60	12,35
	2000 г.	24,20	15,01	10,91	10,06

Временные уровни соответствуют уровням развития водопотребления в Обь-Иртышском бассейне

Очевидно, что неравномерность водозабора в разные годы может быть сглажена регулирующей емкостью, которая повысит гарантированные объемы переброски. Однако устройство Тобольсокого водохранилища требуемого объема приводит к недопустимым затоплениям. Влияние размеров Тобольской емкости на гарантированные объемы переброски было оценено расчетами, результаты которых приведены в таблице ниже:

Таблица 3.28

Емкость Тобольского водохранилища	Обеспеченность водозабора в канал				
	25%	50%	75%	90%	100%
0	16,96	15,05	11,59	10,81	10,02
0,2	17,16	15,25	11,79	11,01	10,22
0,4	17,36	15,45	11,99	11,21	10,42
0,6	17,56	15,65	12,19	11,41	10,43
0,8	17,76	15,85	12,39	11,61	10,43
1,00	17,96	16,05	12,59	11,81	10,43
1,20	18,16	16,25	12,79	12,01	10,58
1,40	18,36	16,45	12,99	12,21	10,78
1,60	18,56	16,65	12,99	12,41	10,98
1,80	18,76	16,85	13,05	12,61	11,18
2,00	18,96	17,01	13,25	12,81	11,38
2,20	19,06	17,21	13,45	12,99	11,58
2,40	19,16	17,41	13,65	12,99	11,76
2,60	19,36	17,55	13,67	12,99	11,76
2,80	19,56	17,57	13,70	12,99	11,76
3,00	19,76	17,61	13,81	12,99	11,76
3,20	19,96	17,81	14,01	12,99	11,76
3,40	20,16	18,01	14,21	12,99	11,76
3,60	20,36	18,21	14,33	13,19	11,76
3,80	20,56	18,41	14,53	13,39	11,76
4,00	20,76	18,61	14,73	13,59	11,76
4,20	20,96	18,81	14,93	13,67	11,76
4,40	21,17	19,01	15,14	13,67	11,76
4,60	21,37	19,21	15,34	13,67	11,76
4,80	21,57	19,33	15,34	13,67	11,76
5,00	21,77	19,33	15,74	13,67	11,76

По данным таблицы построены огибающие изолинии равных обеспеченностей объемов переброски при переменной емкости Тобольского водохранилища (рис. 3.7), которые могут быть использованы для экономического обоснования.

Таким образом, в результате воднобалансовых расчетов по стволу Иртыша и далее в створе Тобольска получен 30-летний ряд располагаемых водных ресурсов для использования по трассе

Огибающая связей между емкостью Тобольского водохранилища и объемами переброски

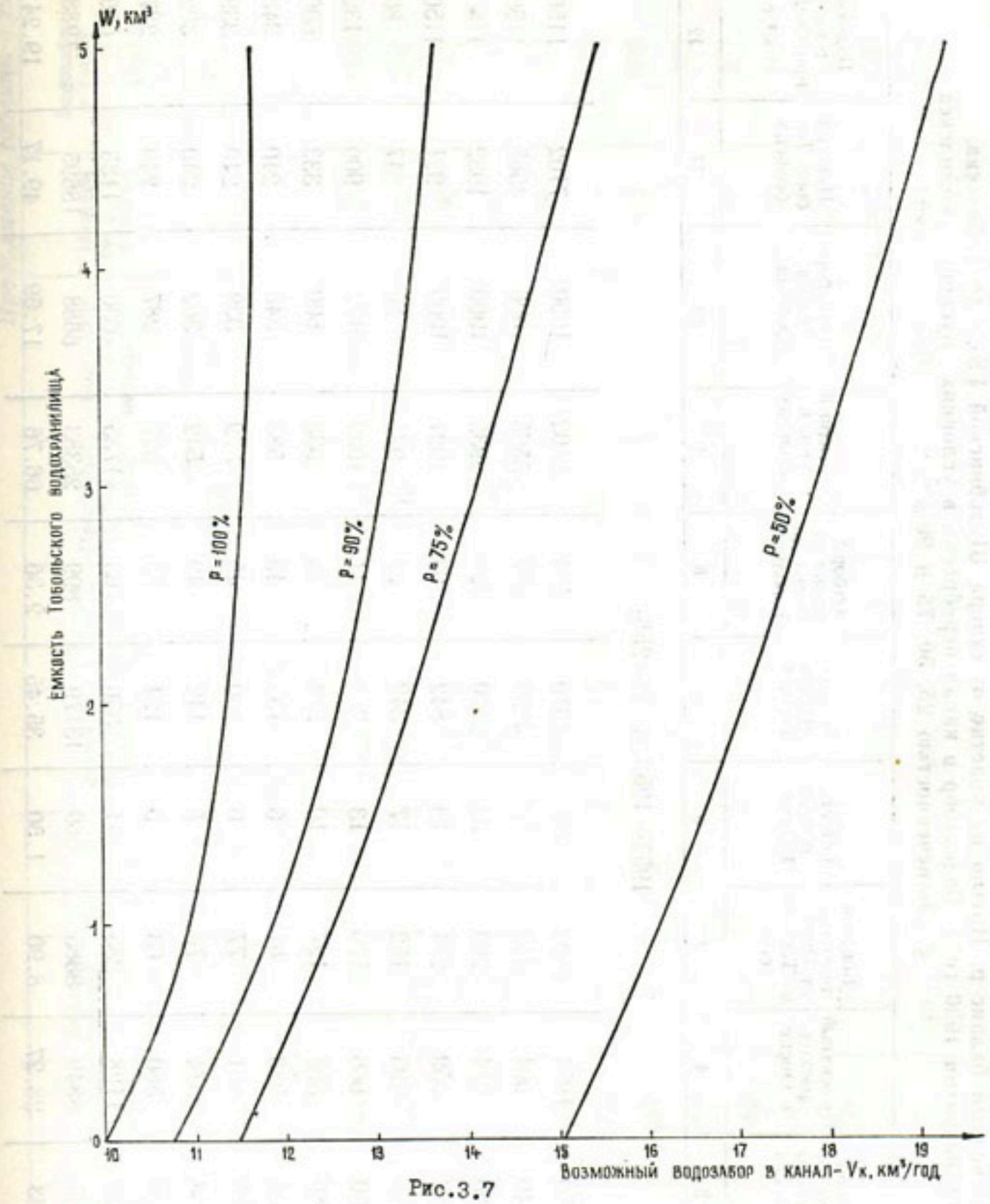


Рис.3.7

канала и в бассейне Аральского моря. В таблице 3.30 приводится развернутый баланс от створа Тобольска до Сырдарьинского канала по реальному году, отвечающему 90% обеспеченности водозабора в канал (табл. 3.29, в ней даются балансы по выбранным из 30-летия годам, соответствующим 25, 50, 75 и 90% обеспеченности по объему водоподачи в канал переброски). Минимальный расход в Главном канале принимался в размере 80 м³/с в головной части канала и 50 м³/с к створу Тегизского водохранилища.

Таблица 3.29

Водохозяйственный баланс р. Иртыш на участке от створа Шульбинской ГЭС до Тобольска. (Уровень развития 1990 год). Водозабор в канал переброски в условиях пускового комплекса с обеспеченностью 25, 50, 75 и 90%

Месяцы	Зарегулир. расход в н.б. Шульб. ГЭС	Отборы стока от Шульбы до Омска	Проектный расход в Омске	Боковая приточн. от Омска до Тобольска	Естеств. приток Ишима	Естеств. приток Тобола	Отборы стока от Омска до Тобольска	Проектный приток к Тобольску	Водозабор в канал переброски	Нижний бьеф Тобольска	Водозабор в канал при Q=1150 м³/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					1957—1958 гг. P=25%						
V	2144	150	1994	1504	338	4370	104	8102	1000	7102	1150
VI	1244	340	904	452	76	4290	157	5565	1000	4565	1150
VII	960	286	674	203	33	2150	128	2932	1000	1932	1150
VIII	1041	182	859	294	19	842	93	1921	1000	921	1150
IX	710	217	493	152	17	349	84	927	80	847	80
X	756	90	666	126	13	268	41	1032	132	900	132
XI	684	86	598	127	10	243	45	933	600	333	600
XII	476	88	388	84	6	155	45	588	348	240	348
I	479	88	391	77	6	150	45	579	339	240	339
II	462	88	374	70	5	142	49	542	302	240	302
III	468	88	380	63	5	124	45	527	287	240	287
IV	1260	132	1128	233	41	336	63	1735	600	1135	600
Σм³/с	10684	1835	8849	3385	569	13179	899	25383	6688	18695	7288
Σкм³	28.10	4.83	23.27	8.90	1.50	35.45	2.36	66.76	17.59	49.17	19.24

Продолжение таблицы 3.29

Месяцы	Зарегулир. расход в н.б. Шульб. ГЭС	Отборы стока от Шульбы до Омска	Проектный расход в Омске	Боковая приточн. от Омска до Тобольска	Естеств. приток Ишима	Естеств. приток Тобола	Отборы стока от Омска до Тобольска	Проектный приток к Тобольску	Водозабор в канал переброски	Нижний бьеф Тобольска	Водозабор в канал при Q=1150 м³/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				1934—1935 гг. P=75%.							
V	1442	150	1272	755	54	1420	104	3397	1000	2397	1150
VI	998	340	648	236	11	1130	157	1868	908	900	968
VII	960	286	674	82	7	748	128	1413	513	900	513
VIII	780	182	598	87	5	275	93	872	80	792	80
IX	900	217	683	65	4	246	84	914	80	834	80
X	775	90	685	108	3	318	41	1073	173	300	173
XI	491	86	405	95	2	435	45	892	600	292	600
XII	450	88	362	29	1	245	45	592	352	240	352
I	434	88	346	29	1	136	45	467	227	240	227
II	433	88	345	28	—	109	49	433	193	240	193
III	448	88	360	25	—	116	45	456	216	240	216
IV	1001	132	869	195	90	376	63	1467	600	867	600
Σм³/с	9082	1835	7247	1734	178	5584	899	13844	5002	8842	5152
Σкм³	23.89	4.83	19.06	4.56	0.47	14.68	2.36	36.41	13.16	23.25	13.60

Продолжение таблицы 3.29

Месяцы	Зарегулир. расход в н.б. Шульб. ГЭС	Отборы стока от Шульбы до Омска	Проектный расход в Омске	Боковая приточн. от Омска до Тобольска	Естеств. приток Ишима	Естеств. приток Тобола	Отборы стока от Омска до Тобольска	Проектный приток к Тобольску	Водозабор в канал переброски	Нижний бьеф Тобольска	Водозабор в канал при Q=1150 м³/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				1941—1942 гг. P=50%.							
V	2376	150	2226	1488	1122	1980	104	8712	1000	5712	1150
VI	1154	340	814	2608	163	4240	157	7678	1000	6668	1150
VII	960	286	674	507	40	2780	128	3873	1000	2873	1150
VIII	780	182	598	156	19	796	93	1476	576	900	576
IX	769	217	552	111	12	311	84	902	80	822	80
X	729	90	639	156	10	257	41	1021	121	900	121
XI	631	86	545	128	9	210	45	847	600	247	600
XII	501	88	413	70	9	147	45	594	354	240	354
I	443	88	355	70	9	106	45	495	255	240	255
II	444	88	356	72	8	98	49	485	245	240	245
III	458	88	370	59	6	105	45	495	255	240	255
IV	1195	132	1063	324	17	198	63	1539	600	939	600
Σ м³/с	10440	1835	8605	5749	1424	11228	899	26107	6087	20021	6537
Σ км³	27.46	4.83	22.63	15.12	3.74	29.53	2.36	68.66	16.01	52.66	17.35

Продолжение таблицы 3.29

Месяцы	Зарегулир. расход в н.б. Шульб. ГЭС	Отборы стока от Шульбы до Омска	Проектный расход в Омске	Боковая приточн. от Омска до Тобольска	Естеств. приток Ишима	Естеств. приток Тобола	Отборы стока от Омска до Тобольска	Проектный приток к Тобольску	Водозабор в канал переброски	Нижний бьеф Тобольска	Водозабор в канал при Q=1150 м³/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				1938—1939 гг. P=90%.							
V	1144	150	994	577	54	1620	104	3141	1000	2141	1150
VI	995	340	655	399	11	984	157	1892	992	900	992
VII	960	286	674	295	7	546	128	1394	494	900	494
VIII	780	182	598	242	5	329	93	1081	181	900	181
IX	718	217	501	142	4	217	84	780	80	700	80
X	778	90	688	138	3	167	41	955	80	875	80
XI	528	86	442	186	2	243	45	828	328	600	228
XII	474	88	386	87	1	129	45	558	318	240	318
I	457	88	369	46	1	66	45	437	197	240	170
II	449	88	361	37	0	61	49	410	170	240	170
III	469	88	381	34	0	63	45	433	193	240	193
IV	2215	132	2083	428	37	621	63	3106	600	2506	600
Σ м³/с	9967	1835	8132	2611	125	5046	899	15015	4533	9482	4683
Σ км³	26.21	4.83	21.39	6.86	0.33	13.27	2.36	39.49	11.64	27.57	12.35

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА

по трассе канала в бассейне Сырдарьи по году 90% развития водопотребления

№ п/п	Наименование	V	VI	VII	VIII	IX
1	2	3	4	5	6	7
1	Проектн. приток к Тобольску	3141	1892	1394	1081	780
2	Расход в н. б. Тобольского г/у	1991	900	900	900	700
3	Водозабор в канал	1150	992	494	181	80
4	Водопотребление по трассе канала до Тегизского водохранилища	242,8	400,8	339,1	271,5	116,3
5	в т. ч. потери	60	60	64	63	46
6	Тюменский I (для г. Тюмени)	2	2	2	2	2
7	Тюменский II — всего	12,5	32,2	32,6	31,2	21,8
	в т. ч. орошение	3,5	16,9	16,9	10,7	1,0
	повышение водообеспеченности р. Ишим	—	12,3	12,3	12,3	12,3
	подпитка озер	9	3	3,4	8,2	8,5
8	Курганский (промышленный)	2	2	2	2	2
9	Троицкий — всего	59,6	59,6	59,6	59,6	14
	в т. ч. промышленность	14	14	14	14	14
	орошение	45,6	45,6	45,6	45,6	—
10	Кокчетавский (орошение)	7,8	27,6	17,8	7,9	2,2
11	Кустанайский I (орошение)	16,7	59,9	39,4	17,1	2,7
12	Кустанайский II (орошение)	13,7	41,3	29	14	18
13	Кушмуруно-Убаганский (промышл.)	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
14	Тургайский I (орошение)	3,2	63,2	47,4	38,2	8
15	Тургайский II (орошение)	16	31,6	23,7	29,1	4
16	Актюбинский (орошение)	11	11,9	12,1	7,9	2,3
	Итого: выше Тегизского водохранилища — всего	182,8	340,8	275,1	208,5	69,3
	в т. ч.: промышл. и комбыт.	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
	орошение	155,3	313,3	247,6	181	41,8

Таблица 3.30

ПЕРЕБРОСКИ

обеспеченности водозабора в главный канал на уровне 1990 г.
в бассейне изъятия

м³/с

X	XI	XII	I	II	III	IV	за год, мк³
8	9	10	11	12	13	14	15
955	828	588	437	410	433	3105	39,49
875	240	240	240	240	240	2506	26,23
80	588	318	197	170	193	600	13,26
75,5	74,5	73,5	72,5	48,5	72,5	204,4	5,24
48	47	46	45	21	45	52	1,57
2	2	2	2	2	2	2	0,06
—	—	—	—	—	—	9,7	0,37
—	—	—	—	—	—	—	0,13
—	—	—	—	—	—	—	0,13
—	—	—	—	—	—	9,7	0,11
2	2	2	2	2	2	2	0,06
14	14	14	14	14	14	59,6	1,04
14	14	14	14	14	14	14	0,44
—	—	—	—	—	—	45,6	0,60
—	—	—	—	—	—	9,3	0,192
—	—	—	—	—	—	19,8	0,41
—	—	—	—	—	—	14,9	0,31
9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0,30
—	—	—	—	—	—	6,2	0,52
—	—	—	—	—	—	3,1	0.26
—	—	—	—	—	—	8,3	0,14
27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	144,4	3,67
27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	0,87
—	—	—	—	—	—	116,9	2,80

№ п/п	Наименование	V	VI	VII	VIII	IX
1	2	3	4	5	6	7
17	Внутрисистемное регулирование стока	—272,3	—	—	140,5	86,3
18	Расход канала в створе Тегиза	634,9	591,2	154,9	50	50
19	Проектный расход канала в створе Тегиза с учетом месячного добегания	395,6	634,9	591,2	154,9	50
20	Режим подачи сибирских вод в Сырдарьинский канал (брутто)	325	466	525	390	106
21	Обводнение дельты	109,5	128,9	138,8	97	26,6
22	Суммарная подача сибирского стока в бассейн Сырдарьи	434,5	594,9	663,8	487	132,6
23	Регулирование в Тегизском водохранилище	38,9	—40	72,6	332,1	82,6
24	Регулирование в Чардарьинском водохранилище в проектном режиме на уровне 1995 г.	—393	365	586	417	31

Режим и размеры отборов по трассе канала (потребление брутто — 5,24 км³) не всегда покрываются расходами перебрасываемого стока. Как видно из табл. 3.30, для удовлетворения требований канала необходимо предусмотреть дополнительные внутрисистемные регулирующие емкости по трассе канала, суммарная величина которых по расчету составляет (700—800 млн. м³). Решение этой задачи может быть получено как за счет аккумуляции стока перегораживающими сооружениями по трассе переброски, так и наливными водохранилищами на магистральных каналах.

В качестве первоочередного варианта распределения Обского стока в Аральском бассейне рассмотрена подача в бассейн Сырдарьи 7,25 км³/год сибирских вод, в том числе 1,58 км³ на обводнение дельты. Гарантированный с 90% обеспеченностью объем дотации стока от створа Тобольска на уровне 1990 года развития водопотребления в бассейне изъятия составит порядка 13 км³/год. Суммарные требования переброски с учетом вышеизложенного оцениваются примерно в 12,5 км³/год и следовательно покрываются располагаемыми ресурсами в многолетии. Для перевода проектных расходов канала в ирригационный режим Сырдарьинского канала служит проектируемое Тегизское водохранилище, потребная регулирующая емкость которого определяется балансом таблицы 3,30 (годы другой обеспеченности водозабора характеризу-

Продолжение табл. 3.31

X	XI	XII	I	II	III	IV	за год, км³
8	9	10	11	12	13	14	15
45,5	—	—	—	—	—	—	0
50	513,5	244,5	124,5	121,5	120,5	395,6	8,02
50	50	513,5	244,5	124,5	121,5	120,5	8,02
33	96	12	—	13	85	105	5,67
13,3	24,7	—	—	—	24,7	38	1,58
46,3	120,7	12	—	13	109,7	143	7,25
—3,7	70,7	—501,5	—244,5	—111,5	—11,8	22,5	—0,77
—143	—50	—143	—353	—108	—11	—469	270

ются более благоприятным распределением стока внутри года, требуют меньшей сезонной емкости) и составляет — 2 км³. Естественно, что эта емкость, уточнится на более детальных стадиях проектирования. В случае, если Тегизское водохранилище не будет введено в эксплуатацию к моменту начала переброски, дополнительная емкость в указанных размерах может быть компенсирована регулированием стока по трассе канала, использованием чаши Арнасайского понижения, либо оптимизацией режима совместной работы Чардарьинского водохранилища с вышележащими водохранилищами на р. Сырдарье.

Использование существующей емкости Чардарьинского водохранилища не приведет к нужному результату, поскольку период необходимой сработки для перераспределения перебрасываемого стока совпадает с тем же периодом на Чардарьинском водохранилище (см. табл. 3.30).

Следует подчеркнуть, что общий объем дотации из Оби может быть увеличен, но обеспеченность его будет меньше.

По-видимому, следует рассмотреть возможность дотации в период пускового комплекса сибирского стока в бассейн р. Амударьи, за счет перераспределения подаваемых 7 км³/год между бассейнами Сырдарьи и Амударьи.

Вышеизложенное относится к уровню 1990 года развития водопотребления в бассейне изъятия. Если водопотребление в бассейне Иртыша к моменту переброски достигнет проектного уровня 2000 года, гарантированный с 90% обеспеченностью объем переброски снижается с 13 км³ до 10 км³/год; 50% обеспеченности отвечает объем водозабора, равный 15 км³. Следовательно, для того, чтобы в этом случае покрыть первоочередные требования к сибирской воде в зоне распределения, следует предусмотреть многолетнее регулирование транспортируемого стока, например, в Тегизском или Корайсорском водохранилищах.

Водохозяйственная обстановка в зоне распределения стока. Водные ресурсы бассейна Аральского моря складываются в основном из ресурсов рек Сырдарьи и Амударьи. В зависимости от водности года величина водных ресурсов колеблется в значительных пределах.

Плановое народное хозяйство базируется на гарантированных водных ресурсах (для бассейна Аральского моря обеспеченность водой орошаемого земледелия должна быть не менее 90%) поэтому в бассейне с целью повышения обеспеченности водопотребителей осуществляются мероприятия по регулированию стока.

Сток р. Сырдарьи можно считать практически полностью зарегулированным в многолетии, после выхода в 1980 г. на рабочий режим Токтогульского водохранилища. При этом гарантированные (с 90% обеспеченностью) ресурсы р. Сырдарьи, начиная с 1981 г., составят порядка 33 км³, что отвечает по-существу максимальной степени использования стока этой реки ($\alpha=0{,}93$).

В бассейне р. Амударьи, включая реки Кашкадарья и Зеравшан, в настоящее время потребителям гарантируется сток в объеме порядка 57 км³ с обеспеченностью 90%, а с 1990 г., после ввода Рогунского гидроузла, сток Амударьи также будет зарегулирован в многолетии и водопотребителям будет гарантироваться порядка 66 км³ с 90% обеспеченностью, что также как и для Сырдарьинского бассейна отвечает практически полному использованию стока ($\alpha=0{,}93$). В таблицах 3.8 и 3.31 показаны водные ресурсы основных рек бассейна Аральского моря — Сырдарьи и Амударьи — среднегодовой сток, сток года 90% обеспеченности и зарегулированные водные ресурсы (в привязке к соответствующим уровням развития водопотребления), являющиеся именно той величиной, которая может быть использована народным хозяйством с нормативной для этого бассейна 90% обеспеченностью. Кроме данных о водных ресурсах рр. Сырдарьи и Амударьи, принятых к расчетам в табл. 3.32, для сопоставления и оценки показаны водные ресурсы указанных рек, принятые к расчетам в водохозяйственных балансах, выполненных в составе «Генсхемы комплексного использования и охраны водных ресурсов СССР», также как и в материалах, представленных комиссией Совета Министров СССР под председательством А. А. Борового.

Помимо поверхности вод, в бассейне Аральского моря на нужды народного хозяйства используются пресные подземные воды, не связанные с поверхностными. Объем их в перспективе будет расти и на уровне 2005 г. по прогнозу составит порядка 6,5 км^3 по бассейнам двух рек. Объем подземных вод принят одинаковым во всех сравниваемых проработках.

В сумме с зарегулированным поверхностным стоком подземные воды образуют гарантированные водные ресурсы, объем которых по уровням развития для двух бассейнов рр. Амударьи и Сырдарьи показан в таблице 3.32. Количественная оценка водных ресурсов бассейна Аральского моря характеризуется соответствующими водохозяйственными балансами.

В расходной части баланса учитывались требования всего комплекса водопотребителей, в который входят ирригация, промышленность и коммунально-бытовое водоснабжение (в части, обеспечиваемой водой из поверхностных источников), рыбное хозяйство, теплоэнергетика и гидроэнергетика, попуски в дельты рек в целях их обводнения и санитарной охраны, рекреационные нужды, водозаборы сопредельных стран из общих источников, а также русловые потери и потери из водохранилищ на испарение и фильтрацию, уходящие за пределы расчетного водосборного бассейна.

В основу расчетов положен имеющийся хронологический ряд наблюдений за стоком рек бассейна Аральского моря, который рассматривается в качестве прототипа будущего режима естественного стока в этом бассейне.

Средний норматив надежности удовлетворения требований всех водопотребителей принят 90% по числу бесперебойных лет, при глубине перебоя для ирригации в экстремально маловодные годы не выше 25%. Аналогом принятия такого норматива служат утвержденные Госэкспертизой Госплана СССР генеральные схемы комплексного использования водных ресурсов рек Амударьи и Сырдарьи.

Основным потребителем воды в бассейне Аральского моря является орошаемое земледелие. Кроме этого, как уже отмечалось, осуществляется забор воды на промышленно-коммунальный комплекс, сельскохозяйственное водоснабжение и прудовое рыбное хозяйство. Часть стока сбрасывается в море как санитарный расход, часть — разбирается за рубежом и часть стока теряется и испаряется из водохранилищ. Перечисленные водопотребители (за исключением орошаемого земледелия) составляет статью расходов, условно называемых обязательными затратами стока, объем их по уровням развития для основных рек Аральского моря приводится в табл. 3.31. В табл. 3.32 для сопоставления и оценки, показаны величины обязательных затрат стока, принятых в сопоставляемых проработках — по «Генсхеме Союза» и «Докладу» комиссии А. А. Борового. Арифметическая разность между гарантированными водными ресурсами и обязательными затратами

Сводный перспективный водохозяйственный

(Союзгипроводхоз, 1982 г.)

Бассейны рек	Уровень развития	Речной сток			Подземные воды	Итого гарантированные водные ресурсы	Обязательные	
		Среднемноголетний	90%	Зарегулированный с гарант. 90%			Потери в вдхр. и руслах на испарение	Санитарный попуск
Сырдарья	1980	37,2	26,8	33,2	2,0	35,2	2,4	1,6
	1985	37,2	26,8	33,2	2,2	35,4	2,4	1,6
	1990	37,2	26,8	33,2	2,5	35,7	2,4	1,6
	1995	37,2	26,8	33,2	3,0	36,2	2,4	1,6
	2000	37,2	26,8	33,2	3,5	36,7	2,4	1,6
	2005	37,2	26,8	33,2	3,5	36,7	2,4	1,6
Амударья	1980	74,7	57,4	57,4	0,5	57,9	4,2	3,2
	1985	74,7	57,4	57,8	1,0	58,8	3,5	3,2
	1990	74,7	57,4	65,5	2,0	67,5	2,5	3,2
	1995	74,7	57,4	65,9	2,5	68,4	2,5	3,2
	2000	74,7	57,4	65,9	3,0	68,9	2,5	3,2
	2005	74,7	57,4	65,9	3,0	68,9	2,5	3,2
Бессточные реки Чу, Талас, Асса	1980	5,8	4,8	4,8	0,2	5,0	—	—
	1985	5,8	4,8	4,9	0,2	5,1	—	—
	1990	5,8	4,8	5,1	0,3	5,4	—	—
	1995	5,8	4,8	5,1	0,3	5,4	—	—
	2000	5,8	4,8	5,1	0,4	5,5	—	—
	2005	5,8	4,8	5,1	0,4	5,5	—	—
Итого бассейн Аральского моря	1980	117,7	89,0	95,4	2,7	98,1	6,6	4,8
	1985	117,7	89,0	95,9	3,4	99,3	5,9	4,8
	1990	117,7	89,0	103,8	4,8	108,6	4,9	4,8
	1995	117,7	89,0	104,2	5,8	110,0	4,9	4,8
	2000	117,7	89,0	104,2	6,9	111,1	4,9	4,8
	2005	117,7	89,0	104,2	6,9	111,1	4,9	4,8

Примечание: в баланс не включен бессточный бассейн озера Иссык-Куль; бессточной зоне Афганистана, и рек, сток которых разбирается на орошение

Таблица 3.21

баланс бассейна Аральского моря

км³

затраты			Водные ресурсы располагаемые для хозяйст. использ.	Площадь орошения тыс. га	Безвозвратное водопотребление				Баланс: +избыток —недостаток
Дополнительный отбор в Афганистан	Сброс из системы сильно минерал. др. вод	Итого			Ирригация	Промышленно—коммун., с/х водоснаб. и обводн. пастбищ	Рыбное прудовое хозяйство	Итого	
—	—	4,0	31,2	2891	26,8	1,4	0,6	28,8	+2,4
—	1,5	5,5	29,9	3107	27,8	2,1	0,6	30,5	—0,6
—	2,5	6,5	29,2	3200	27,9	2,5	0,6	31,0	—1,8
—	2,5	6,5	29,7	3300	28,3	3,2	0,6	32,1	—2,4
—	2,5	6,5	30,2	3500	31,2	4,0	0,6	35,8	—5,6
—	2,5	6,5	30,2	3600	33,9	4,8	0,6	39,3	—9,1
1,5	—	8,9	49,0	3151	41,1	1,2	0,9	43,2	+5,8
2,0	—	8,7	50,1	3660	45,9	1,4	0,9	48,2	+1,9
2,3	2,0	10,0	57,5	4210	53,2	1,8	0,9	55,9	+1,6
3,2	3,5	12,4	56,0	4760	57,6	2,8	0,9	61,3	—5,3
3,6	3,5	12,8	56,1	5210	61,1	3,9	1,4	66,4	—10,3
4,0	3,5	13,2	55,7	5750	65,6	5,0	1,4	72,0	—16,3
—	—	—	5,0	825	4,9	0,1	—	5,0	—
—	—	—	5,1	863	5,2	0,2	—	5,4	—0,3
—	—	—	5,4	870	5,2	0,2	—	5,4	—
—	—	—	5,4	870	5,6	0,2	—	5,8	—0,4
—	—	—	5,5	870	5,7	0,2	—	5,9	—0,4
—	—	—	5,5	880	6,0	0,2	—	6,2	—0,7
1,5	—	12,9	85,2	6867	72,8	2,7	1,5	77,0	+8,2
2,0	1,5	14,2	85,1	7630	78,9	3,7	1,5	84,1	+1,0
2,3	4,5	16,5	92,1	8280	86,3	4,5	1,5	92,3	—0,2
3,2	6,0	18,9	91,1	8930	91,5	6,2	1,5	99,2	—8,1
3,6	6,0	19,3	91,8	9580	98,0	8,1	2,0	108,1	—16,3
4,0	6,0	19,7	91,4	10230	105,5	10,0	2,0	117,5	—26,1

водные ресурсы р. Амударьи показаны без рек, сток которых формируется в в границах Афганистана и Ирана.

Таблица 3.32

Водные ресурсы рек Сырдарьи и Амударьи

км³

Бассейны, годы	Среднемноголетний сток			Сток маловодного года, 90% обеспеченности			Зарегулированный сток с 90% гарантией			Подземные воды	Итого гарантированные водные ресурсы		
	ТЭО	Доклад	Генсхема	ТЭО	Доклад	Генсхема	ТЭО	Доклад	Генсхема		ТЭО	Доклад	Генсхема
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сырдарья													
1970	37,2	37,2	37,2	26,8	27,9	27,9	27,0	26,4	27,0	1,0	28,0	27,4	28,0
1975	37,2	37,2	37,2	26,8	27,9	27,9	27,4	27,4	27,4	1,6	29,0	29,0	29,0
1980	37,2	37,2	37,2	26,8	27,9	27,9	30,0	31,9	28,0	2,0	32,0	33,9	30,0
1985	37,2	37,2	37,2	26,8	27,9	27,9	33,2	33,6	31,2	2,2	35,4	35,8	33,4
1990	37,2	37,2	37,2	26,8	27,9	27,9	33,2	33,6	33,6	2,5	35,7	36,1	36,1
1995	37,2	37,2	37,2	26,8	27,9	27,9	33,2	33,6	33,6	3,0	36,2	36,6	36,6
2000	37,2	37,2	37,2	26,8	27,9	27,9	33,2	33,6	33,6	3,5	36,7	37,1	37,1
2005	37,2	37,2	37,2	26,8	27,9	27,9	33,2	33,6	33,6	3,5	36,7	37,1	37,1
Амударья													
1970	79,4	79,5	81,0	63,0	62,8	63,6	53,0	53,0	53,0	0,5	53,5	53,5	53,5
1975	79,4	79,5	81,0	63,0	62,8	63,6	55,5	54,7	55,5	0,5	56,0	55,2	56,0
1980	79,4	79,5	81,0	63,0	62,8	63,6	57,4	59,3	60,1	0,5	57,9	59,8	60,6
1985	79,4	79,5	81,0	63,0	62,8	63,6	57,8	66,4	63,6	1,0	58,8	67,4	64,6
1990	79,4	79,5	81,0	63,0	62,8	63,6	65,5	66,4	65,9	2,0	67,5	68,4	67,5
1995	79,4	79,5	81,0	63,0	62,8	63,6	65,9	66,4	65,9	2,5	68,4	68,9	68,4
2000	79,4	79,5	81,0	63,0	62,8	63,6	65,9	66,4	65,9	3,0	68,9	69,4	68,9
2005	79,4	79,5	81,0	63,0	62,8	63,6	65,9	66,4	65,9	3,0	68,9	69,4	68,9

Разница между зарегулированным стоком на уровнях 1980—1990 гг. по данным ТЭО, Доклада и Схемы по реке Сырдарье из-за расхождения в определении ввода Токтогульского водохранилища; по реке Амударье из-за расхождения в определении сроков ввода Рогунского гидроузла.

стока выявляет водные ресурсы, которые можно использовать для орошаемого земледелия.

Объем стока, возможный к использованию на орошаемое земледелие, показан по уровням развития в табл. 3.33 так же в сопоставлении с указанными проработками.

В этой же таблице приведены удельные безвозвратные затраты стока на один гектар орошаемой площади, принятые на перспективные уровни развития, с учетом мероприятий по реконструкции существующей оросительной сети к уровню 2000 г. Удельные затраты стока на 1 га орошаемой площади для уровней развития 1970, 1975 и 1980 гг. получены в результате анализа использования воды в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи за прошедший период. Для уровней развития 1980—2005 гг. удельные затраты стока на 1 га получены с учетом ввода новых орошаемых площадей. Темпы прироста площадей приняты порядка 650 тыс. га в пятилетку по двум бассейнам, что примерно соответствует темпам прироста за предшествующие годы (с 1975 по 1980 год по двум бассейнам было введено 780 тыс. га; с 1981 по 1985 год величина прироста, установленная государственным планом развития на одиннадцатую пятилетку, составляет по двум бассейнам 720 тыс. га).

Принятые темпы прироста орошаемых площадей в бассейнах рр. Сырдарьи и Амударьи в соответствии с установленными удельными затратами стока на 1 га определяют требуемый объем воды на орошаемое земледелие применительно к рассматриваемым уровням развития (табл. 3.33).

Известно, что поступающие в низовья рек Сырдарьи и Амударьи сбросные коллекторные воды с полей орошения сильно минерализованы и значительно повышают минерализацию речного стока. По прогнозу, к 1985 г. в бассейне Сырдарьи и к 1990 г. в бассейне Амударьи сброс коллекторно-дренажных вод в русла рек (ниже Чардары на р. Сырдарье и ниже Тюямуюна на р. Амударье) должен быть прекращен, в противном случае вода этих рек станет не пригодна для орошения.

Учитывая это обстоятельство в водохозяйственных расчетах водные ресурсы, возможные к использованию на орошение, уменьшены на величину обязательного сброса из системы высокоминерализованных вод. Оставшиеся водные ресурсы представляющие собой качественную воду, пригодную для орошения, сопоставляются с величиной необходимых затрат воды на полив запланированных земель, что позволяет выявить избыток или недостаток стока в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи на рассматриваемых уровнях развития, при принятых темпах прироста орошаемых площадей.

Из приведенных в таблице 3.33 результатов сопоставлений данных следует, что при заданных темпах развития поливного земледелия водные ресурсы рр. Сырдарьи и Амударьи будут практически исчерпаны в 1990—1995 гг. и дальнейшее развитие оро-

Таблица 3.33

Расчет оросительной способности рек Амударьи и Сырдарьи

(Союзгипроводхоз, 1982)

км³

Наименование	Годы	Объем стока располагаемый для орошения	Сброс из систем сильно минерализов. вод.	Сток, используемый на орошение	Удельные затраты стока, м³/га	Площадь орошения, млн. га	Затраты стока на орошение	Баланс: +избыток, —недостаток
Сырдарья	1980	29,2	—	29,2	9300	2,83	27,2	2,0
	1985	28,7	1,5	27,2	8900	3,10	27,2	0
	1990	28,6	2,5	26,1	8300	3,15	26,1	0
	1995	28,4	2,5	25,9	8200	3,15	25,9	0
	2000	28,1	2,5	25,6	8100	3,15	25,6	0
	2005	27,3	2,5	24,8	7900	3,15	24,8	0
Амударья	1980	46,9	—	46,9	13100	3,15	41,1	5,8
	1985	47,8	—	47,8	12500	3,66	45,9	1,9
	1990	56,8	2,0	54,8	12600	4,21	53,2	1,6
	1995	55,8	3,5	52,3	11600	4,50	52,3	0
	2000	54,3	3,5	50,8	11300	4,50	50,8	0
	2005	52,8	3,5	49,3	11000	4,50	49,3	0

шения в этих бассейнах может базироваться только на переброске сюда стока сибирских рек.

В таблице 3.34 приводится расчет оросительной способности рр. Сырдарьи и Амударьи с учетом качества воды. Как показывает расчет, действительная оросительная способность реки Сырдарьи составляет 3,3 млн. га, а реки Амударьи 4,8 млн. га, в сумме оросительная способность обеих рек составляет 8,1 млн. га. В 1983 г. Союзгипроводхозом проведено уточнение оросительной способности рек бассейна Аральского моря (табл. 3.34).

Таблица 3.35

Оросительная способность рек бассейна Аральского моря

Показатели	1980 г.	1985 г.	1990 г.	1995 г.	2000 г.
I. Гарантированные водные ресурсы с учетом подземных вод, км³					
1) Бассейн р. Сырдарьи	35,2	35,4	35,7	36,2	36,7
2) Бассейн р. Амударьи	57,9	58,8	67,5	68,4	68,9
3) Бассейн бессточных рек (Чу, Талас, Асса)	5,0	5,1	5,4	5,4	5,5
Всего	98,1	99,3	108,6	110,0	111,1
II. Суммарные затраты стока, км³					
1) Бассейн р. Сырдарьи	32,2	33,8	34,1	34,6	35,1
в т. ч. на орошение	26,8	27,8	27,9	28,3	28,0
2) Бассейн р. Амударьи	48,9	53,7	62,5	65,2	65,7
в т. ч. на орошение	41,1	45,9	54,5	56,4	56,4
3 Бассейн бессточных рек	5,0	5,1	5,4	5,4	5,5
в т. ч. на орошение	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0
Всего	86,1	92,6	102,0	105,2	106,3
в т. ч. на орошение	72,8	78,7	87,4	89,7	89,7
III. Сток в Аральское море, км³					
1) Бассейн р. Сырдарьи	3,0	1,6	1,6	1,6	1,6
2) Бассейн р. Амударьи	9,0	5,1	5,0	3,2	3,2
Всего	12,0	6,7	6,6	4,8	4,8
IV. Площади орошения, млн. га					
1) Бассейн р. Сырдарьи	2,9	3,1	3,2	3,3	3,3
2) Бассейн р. Амударьи	3,2	3,7	4,3	4,8	4,8
3) Бассейн бессточных рек	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Всего	6,9	7,6	8,3	8,9	8,9

Примечание: водные ресурсы р. Амударьи показаны без стока, используемого на территории Афганистана.

Сохранение величины орошаемых площадей в перспективе, когда объемы воды для ирригации будут уменьшаться из-за роста обязательных затрат стока, произойдет снижение удельных затрат стока на гектар орошаемой площади, получаемого в результате ведущегося переустройства старых оросительных систем.

В таблице 3.31 (Союзгипроводхоз, 1982) представлен сводный перспективный водохозяйственный баланс бассейна Аральского моря с учетом качества воды.

Приведены результаты расчетов, выполненных по хронологическому ряду на уровни развития 1985 и 2000 гг., где показаны объемы дефицитов стока в годы, выходящие за пределы расчетной обеспеченности, на основе отчетных данных о площадях орошения и водопотребления в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи с 1950 по 1975 гг.

Первоочередной объем дотации сибирского стока (воды Иртыша без подкачки из Оби) предполагается по пусковому комплексу в размере 12,5 км³/год, в том числе 3,7 км³ — для покрытия водопотребления по трассе канала; 1,5 км³ — гидравлические потери по длине тракта переброски до Тегизского водохранилища; 7,3 км³ — подача стока в бассейн Сырдарьи для ликвидации эквивалентного дефицита. Переброска стока в бассейн Амударьи на первом этапе (пусковой комплекс) не предусматривается.

Союзгипроводхоз, как видно из таблиц 3.31 и 3.33, запроектировал осуществить подачу сибирской воды в объеме первой очереди в бассейны Сырдарьи и Амударьи к 1995 г., а к 1990 г. освоить пусковой комплекс с подачей воды в области РСФСР, Казахстана и низовья Сырдарьи.

ИВП АН СССР, учитывая реальные потребности времени на проектные и строительные работы, которые могут быть закончены в начале XXI века, посчитал необходимым составить водохозяйственные балансы, рассматривая полное использование всех возможных ресурсов рек бассейна Аральского моря (при сниженных оросительных нормах нетто) на уровне 2005 г.

Развитие орошения в Срединном регионе было принято по материалам заключения Госэкспертизы Госплана СССР (1983 г.), представлено в табл. 3.35.

Гарантированный речной сток 90% обеспеченности в бассейне Аральского моря, принятый в расчетах, показан в таблице 3.37.

Подземные воды. Для эксплуатации ресурсов подземных вод Срединного региона, как и для речного стока, характерна большая неравномерность распределения их по территории.

Подземные вод, не связанные с поверхностным стоком в бассейне Аральского моря оцениваются в 6—7 км³. Распределение их по речным бассейнам приведено в таблице 3.37.,

Располагаемые водные ресурсы бассейна Аральского моря приведены в таблице 3.38, а распределение их по отраслям народного хозяйства — в таблице 3.39.

Таблица 3.35

Развитие орошения в Срединном регионе

Тыс. га

№ п/п	Бассейны рек, республики	Орошалось		Намечается к орошению			
		1975 г.	1980 г.	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.
1	2	3	4	5	6	7	8
I	Бассейн Аральского моря	6231	6867	8290	8940	9590	10240
	в т. ч.						
	Бассейн Амударьи	2747	3151	4247	4747	5247	5747
	Бассейн Сырдарьи	2665	2891	3193	3333	3473	3613
	Бессточные реки	819	825	850	860	870	880
	По республикам						
	Узбекская ССР	3042	3454	4380	4805	5230	5645
	Киргизская ССР	942	944	1040	1070	1100	1130
	Таджикская ССР	577	618	740	790	840	890
	Туркменская ССР	853	942	1100	1180	1260	1350
	Казахская ССР	817	909	1030	1095	1160	1225
II	Бассейн Карского моря	465,1	674	1638	2189	2760	3353
	РСФСР	244,5	379	1096	1462	1833	2213
	в т. ч.						
	Западная Сибирь	153,3	235	812	1106	1404	1694
	Восточный Урал	91,2	144	284	356	429	519
	Казахская ССР	2206	295	542	727	927	1140
III	Бассейн Северо-Восточного Каспия	109,1	178	297	398	529	628
	в т. ч.						
	РСФСР	41,8	59	85	98	111	124
	Казахская ССР	67,3	119	212	300	418	504
IV	Бассейн оз. Балхаш (Казахская ССР)	541,3	608	866	994	1127	1174
	Всего в Срединном регионе	7346,5	8327	11091	12521	14006	15395

Комплексная реконструкция старых орошаемых систем. На территории Срединного региона наибольшее развитие орошаемое земледелие получило в республиках Средней Азии и Южного Казахстана, где в 1980 г. орошалось 6,9 млн. га из 8,3 млн. га орошаемых земель Срединного региона.

В современных условиях старые оросительные системы с низким КПД имеют громадную орошаемую площадь 4,1 млн. га, т. е. являются основной базой ирригационного фонда бассейнов Сред-

Таблица 3.36

Распределение поверхностных вод

км³/год

Годы	1980	1985	1990	1995	2000	2005
р. Сырдарья	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2
р. Амударья	57,4	57,8	65,5	65,9	65,9	65,9
Бессточные реки Чу, Талас, Асса	4,8	4,9	5,1	5,1	5,1	5,1
Итого по бассейну Аральского моря	95,4	95,9	103,8	104,2	104,2	104,2

Таблица 3.37

Распределение подземных вод

км³/год

Годы	1980	1985	1990	1995	2000	2005
р. Сырдарья	2,0	2,2	2,5	3,0	3,5	3,5
р. Амударья	0,5	1,0	2,0	2,5	3,0	3,0
Бессточные реки Чу, Талас, Асса	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
Итого по бассейну Аральского моря	2,7	3,4	4,8	5,8	6,9	6,9

Таблица 3.38

Располагаемые водные ресурсы в бассейне Аральского моря

км³/год

Ресурсы	1980	1985	1990	1995	2000	2005
Гарант. речной сток 90% обеспеченности						
Сырдарья	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2
Амударья	57,4	57,8	65,5	65,9	65,9	65,9
Бессточные реки Чу, Талас, Асса	4,8	4,9	5,1	5,1	5,1	5,1
Подземный						
Сырдарья	2,0	2,2	2,5	3,0	3,5	3,5
Амударья	0,5	1,0	2,0	2,5	3,0	3,0
Бессточные реки Чу, Талас, Асса	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4

неазиатских рек. Для этих систем характерны значительные непроизводительные потери воды, большие затраты труда и средств на эксплуатацию. Обеспечить наиболее эффективное использование оросительной воды при сокращении непроизводительных потерь можно только за счет комплексного переустройства систем старого орошения. Решение проблемы переустройства систем, помимо

Таблица 3.39

Распределение водных ресурсов рек Амударьи и Сырдарьи по отраслям народного хозяйства

Показатели	1980	1985	1990	1995	2000	2005
Затраты стока с учетом подземных вод, км³						
1. Бассейн Сырдарьи	32,2	33,8	34,1	34,6	35,1	35,1
в т. ч. орошение	26,8	27,8	27,9	28,3	28,0	27,6
промкомбыт	2,4	3,0	3,2	3,3	3,9	4,1
рыбное хозяйство	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0
потери	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Удельные затраты стока (ср. взв. на 1 га)	9200	9000	8700	8600	8500	8350
2. Бассейн Амударьи	48,9	53,6	62,5	65,2	65,7	68,7
в т. ч. орошение	41,1	45,9	54,5	56,4	56,4	56,9
промкомбыт	1,2	1,5	1,8	2,2	2,4	2,6
рыбное хозяйство	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
потери	4,2	3,5	3,0	2,5	2,5	2,5
Отбор в Афганистан	1,5	2,0	2,3	3,2	3,5	3,8
Удельные затраты стока (ср. взв. на 1 га)	12900	12400	12700	11700	11100	11000
3. Сток в Аральское море	12,0	6,7	6,6	4,8	4,8	4,8
в т. ч. Сырдарья	3,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Амударья	9,0	5,1	5,0	3,2	3,2	3,2
4. Всего гарантированные ресурсы с учетом подземных вод	93,1	94,2	103,2	104,6	105,6	105,6
в т. ч. Сырдарья	35,2	35,4	35,7	36,2	36,7	36,7
Амударья	57,9	58,8	67,5	68,4	68,9	68,9
5. Орошаемые площади, млн. га	6,1	6,8	7,5	8,1	8,7	8,7
в т. ч. Сырдарья	2,9	3,1	3,2	3,3	3,5	3,5
Амударья	3,2	3,7	4,3	4,8	5,2	5,2

экономии водных ресурсов, позволит смягчить процесс прогрессирующего в настоящее время ухудшения качества воды, гарантирует возможность регулирования оросительных норм, улучшит эксплуатационные данные систем, повысит урожайность сельскохозяйственных культур и др. Кроме того в переустройстве систем заложен глубокий социальный смысл — здесь не требуется дополнительного привлечения водных и трудовых ресурсов. В таблице 3.40 приведены основные показатели оросительных систем Средней Азии и Южного Казахстана после их комплексного переустройства.

Таблица 3.40

Основные показатели оросительных систем Средней Азии и Южного Казахстана при завершении комплексного переустройства старых оросительных систем

Наименование водохозяйственных районов, республик, бассейнов рек	Площадь переустройства в тыс. га	КПД		Экономия воды, км³	Фактическая экономия воды, км³
		существующий	конечный		
Бассейн р. Амударьи					
Верховья р. Амударьи	429	0,50	0,80	2,17	0,73
Кашкадарьинский	107	0,60	0,80	0,29	0,10
Каршинский	64	0,50	0,78	0,20	0,05
Бухарский	201	0,50	0,78	1,02	1,10
Туркменский прибрежный	134	0,53	0,80	0,73	0,38
Зарафшанский	365	0,53	0,80	1,35	0,64
Низовья р. Амударьи	313	0,44	0,80	1,99	1,19
Дельта р. Амударьи	185	0,44	0,80	0,80	0,24
Верхний и нижний Каракумский	395	0,42	0,70	2,84	2,84
Всего по бассейну	2193	0,49	0,78	11,39	7,26
Бассейн р. Сырдарьи					
Верховья и Ферганская долина	882	0,52	0,79	3,04	1,0
Среднее течение	335	0,63	0,82	0,72	1,0
Чирчик-Ангрен-Келесский	346	0,59	0,80	0,67	0,43
Арысь-Туркестанский	169	0,58	0,80	0,43	0,37
Яныкурганский	56	0,64	0,80	0,24	0,17
Кзылординский	86	0,60	0,80	0,27	0,17
Всего по бассейну	1874	0,54	0,80	5,37	3,14
Всего по бассейну Аральского моря	4067	—	—	16,8	10,4

Анализируя выполненные научно-исследовательские и проектно-изыскательские работы по вопросу водохозяйственной эффективности реконструкции оросительных систем в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи можно считать, что в результате комплексного переустройства старых оросительных систем на площади 4,1 млн. га в бассейнах этих рек головной водозабор в рассматриваемые оросительные системы может быть снижен на 17 км³ в год, а фактическая экономия воды с учетом снижения объема повторно используемых возвратных вод (как результат

повышения КПД) составит в целом по двум бассейнам порядка 10 км³ в год.

Удельные затраты на мероприятия по комплексному переустройству старых оросительных систем по мнению комиссии ГЭК Госплана СССР составят 5—6 тыс. руб./га. Однако мероприятия по переустройству и повышению КПД, обеспечивая экономию чистой воды, являются элементом научно-технического прогресса, и должны быть закончены в бассейнах рр. Сырдарьи и Амударьи до 2000 г. КПД оросительных систем в целом по бассейну Аральского моря должен быть доведен не ниже 0,78.

Возможные пути увеличения располагаемых водных ресурсов в бассейне Аральского моря

Институтом водных проблем АН СССР исследовались все возможные пути увеличения располагаемых водных ресурсов в бассейне Аральского моря без привлечения вод извне. Эта работа показывает, что нижеследующие мероприятия не могут явиться альтернативой переброске части стока сибирских рек:

— дальнейшее многолетнее регулирование стока основных рек Амударьи и Сырдарьи (которые к 1990 г. будут зарегулированы $\alpha=0{,}93—0{,}94$) и их составляющих;

— комплексной реконструкции старых оросительных систем Средней Азии и Южного Казахстана на площади 4,1 млн. га и экономией 10 км³ воды;

— повышение степени использования подземных вод региона (в объеме 6—7 км³ в год) на орошение, не затрагивая величин поверхностного стока и невозобновляемых запасов;

— опреснение минерализованных подземных и коллекторно-дренажных вод в объеме 6—7 км³ в год;

— рассоление шахтных и возвратных вод и очистка сточных вод промышленности;

— увеличение поверхностного стока за счет искусственного стимулирования выпадания осадков;

— сокращение испарения с водной поверхности;

— направленное увеличение интенсивности таяния ледников и снежников. Вместе с тем, все указанные мероприятия не должны игнорироваться при анализе оптимальных путей водообеспечения развивающейся экономики Средней Азии.

В таблице 3.41 показана оросительная способность рек бассейна Аральского моря, а в таблице 3.42 приведен водохозяйственный баланс рек бассейна Аральского моря, составленный по пятилеткам с 1980 по 2005 гг.

Результаты баланса

Бассейн Аральского моря включает главные Среднеазиатские реки — Сырдарью, Амударью и бессточные реки Чу, Талас, Асса. Основным потребителем воды в этом регионе является орошаемое земледелие (95%), орошаемые площади возрастают с 7,6 млн. га в 1985 г. до 10,2 млн. га в 2005 г.

Таблица 3.41

Оросительная способность рек бассейна Аральского моря

№ п/п	Показатели	Расчетные уровни					
		1980	1985	1990	1995	2000	2005
I	Гарантированные водные ресурсы с учетом подземных вод, км³						
	1. Бассейн Сырдарьи	35,2	35,4	35,7	36,2	36,7	36,7
	2. Бассейн Амударьи	57,9	58,8	67,5	68,4	68,9	68,9
	3. Бассейны бессточных рек	5,0	5,1	5,4	5,4	5,5	5,5
	Всего	98,1	99,3	108,6	110,0	111,1	111,1
II	Суммарные затраты стока, км³						
	1. Бассейн Сырдарьи	32,2	33,8	34,1	34,6	35,1	35,1
	в т. ч. орошение	26,8	27,8	27,9	28,3	28,0	27,6
	2. Бассейн Амударьи	48,9	53,7	62,5	65,2	65,7	65,7
	в т. ч. орошение	41,1	45,9	54,5	56,4	56,4	55,9
	3. Бассейны бессточных рек	5,0	5,1	5,4	5,4	5,5	5,5
	в т. ч. орошение	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	Всего	86,1	92,6	102,0	105,2	106,3	106,3
	в т. ч. орошение	72,8	78,7	87,4	89,7	89,7	88,8

Суммарное безвозвратное потребление в бассейне р. Сырдарьи на уровне 1985 г. оцениваются величиной 29,2 км³, ВХБ сводится бездефицитно. Дефицит возникает к 1990 г., величина его составит — 0,7 км³ в год, возрастая к 2005 г. до 7 км³ при суммарном безвозвратном водопотреблении 36,2 км³/год. Сток в Аральское море, начиная с 1985 г. на всех расчетных уровнях определен величиной 1,6 км³/год. Орошаемые площади в бассейне Сырдарьи возрастут с 3 млн. га в 1985 г. до 3,6 млн. га — в 2000 г. Для того, чтобы бездефицитно оросить 3,6 млн. га удельные затраты стока на 1 га необходимо снизить с 9 тыс. м³/га в 1985 г. до 7500 м³/га в 2005 г.

Суммарное водопотребление в бассейне Амударьи на уровне 1985 г. оценивается в 48,9 км³, ВХБ характеризуется положительной величиной 0,2 км³. К 1990 г. — времени ввода Рогунского водохранилища многолетнего регулирования стока — положительная величина достигнет 1,8 км³. Дефицит возникнет на уровне 1995 г., величина его составит — 2,6 км³, возрастая к 2005 г. до — 12 км³ при суммарном безвозвратном водопотреблении 68,2 км³. Сток в Аральское море снижается с 5,1 км³ в 1985 году до 3,2 км³ — в 2005 г. Орошаемые площади в бассейне Амударьи возрастают с 3,7 млн. га в 1985 г. до 5,7 млн. га в 2005 г. Для

Таблица 3.42

Водохозяйственный баланс рек бассейна Аральского моря

Бассейны рек	Уровень развития	Водные ресурсы		Зарегулированный сток	Площадь орошения, млн. га	Обязательные затраты	Безвозвратное водопотребление		Баланс: +избыток, —дефицит
		среднемноголетние	90%				Всего	в т. ч. ирригация	
р. Сырдарья	1980	37,2	26,8	33,2	2,9	4,0	29,2	26,9	0
	1985	37,2	26,8	33,2	3,0	4,0	29,2	26,9	0
	1990	37,2	26,8	33,2	3,2	4,0	29,9	27,6	—0,7
	1995	37,2	26,8	33,2	3,3	4,0	30,6	28,3	—1,4
	2000	37,2	26,8	33,2	3,5	4,0	33,5	31,2	—4,3
	2005	37,2	26,8	33,2	3,6	4,0	36,2	33,9	—7,0
р. Амударья	1980	74,7	57,4	57,4	3,2	8,9	44,1	41,7	+4,4
	1985	74,7	57,4	57,8	3,7	8,7	48,9	46,4	+0,2
	1990	74,7	57,4	65,5	4,2	8,0	55,7	53,1	+1,8
	1995	74,7	57,4	65,9	4,7	8,9	59,6	56,9	—2,6
	2000	74,7	57,4	65,9	5,2	9,3	64,2	61,0	—7,6
	2005	74,7	57,4	65,9	5,7	9,7	68,2	65,0	—12,0
Бессточные реки: Чу, Талас, Асса	1980	5,8	4,8	4,8	0,80	—	4,8	4,8	0
	1985	5,8	4,8	4,9	0,84	—	4,9	4,9	0
	1990	5,8	4,8	5,1	0,85	—	5,1	5,1	0
	1995	5,8	4,8	5,1	0,86	—	5,5	5,5	—0,4
	2000	5,8	4,8	5,1	0,87	—	5,7	5,7	—0,6
	2005	5,8	4,8	5,1	0,88	—	6,0	6,0	—0,9
Итого по бассейну Аральского моря	1980	117,7	89,0	95,4	7,0	12,9	78,1	73,4	+4,4
	1985	117,7	89,0	95,9	7,6	12,7	83,0	78,2	+0,2
	1990	117,7	89,0	103,8	8,3	12,0	90,7	85,8	+1,1
	1995	117,7	89,0	104,2	8,9	12,9	95,7	90,7	—4,4
	2000	117,7	89,0	104,2	9,6	13,3	103,4	97,9	—12,5
	2005	117,7	89,0	104,2	10,2	13,7	110,4	104,9	—19,9

Примечания: I. В баланс не включен бессточный бассейн озера Иссык-Куль.

II. Обязательные затраты, безвозвратное водопотребление промышленно-коммунального комплекса и рыбного хоз-ва по бассейну рек Чу, Талас, Асса не приводятся из-за их малой величины.

III. Водные ресурсы р. Амударьи показаны без рек, сток которых формируется в бессточной зоне Афганистана и Ирана.

того — чтобы бездефицитно оросить 5, 7 млн. га удельные средневзвешенные затраты стока на 1 орошаемый гектар необходимо снизить с 12,5 тыс. м³/га до 9,3 тыс. м³/га в 2005 г.

Суммарное водопотребление в бассейнах бессточных рек Чу, Талас, Асса на уровне 1985 г. оценивается в 4,9 км³, ВБХ сводится бездефицитно. Дефицит возникает к 1995 г., величина его составит — 0,4 км³, возрастая к 2005 г. до 0,9 км³ при суммарном безвозвратном водопотреблении 6 км³. Орошаемые площади в бассейнах бессточных рек возрастут от 0,84 тыс. га в 1985 г. до 0,88 тыс. га в 2005 г.

В целом по бассейну Аральского моря безвозвратные затраты стока возрастут с 83 км³ в 1985 г. до 110,4 км³ — в 2005 г., а орошаемые площади за этот период растут с 7,6 млн. га до 10,2 млн. га. Сток в Аральское море снизится с 6,7 км³ в 1985 г. до 4,8 км³ в 2005 г.

Для того чтобы баланс сводился бездефицитно, должны быть учтены:

— Подземные воды: в бассейне Сырдарьи — 3,5 км³; в бассейне Амударьи — 3,0 км³; в бассейнах рек Чу, Таласа, Ассы — 0,4 км³; всего в бассейне Аральского моря — 6,9 км³ подземных вод, не связанных с поверхностными.

— Воды в объеме 10 км³/год, которые будут сэкономлены в результате комплексного переустройства старых оросительных систем Средней Азии и Южного Казахстана на площади 4,1 млн. га к 2000 году с доведением КПД в целом по бассейну Аральского моря до 0,78.

— Снижение оросительных норм нетто на 5—10% в бассейне Сырдарьи после 1990 г., а в бассейне после 1995 г. В этих условиях удовлетворение требований ирригации в бассейне Сырдарьи может быть осуществлено при снижении удельных затрат стока на 1 средневзвешенный гектар на 16%, а в бассейне Амударьи — на 25%, таким образом оросительные нормы снизятся в среднем на 10% и 15% соответственно. Обоснование по снижению оросительных норм приведено в главе VI.

В следующей главе рассматриваются технические решения по переброске стока.

ГЛАВА 4.

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ПЕРЕБРОСКИ ЧАСТИ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК В РАЙОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, УРАЛА, СРЕДНЕЙ АЗИИ И КАЗАХСТАНА

В настоящей главе кратко описываются результаты проектировок Союзгипроводхоза, выполненных в ТЭО под руководством И. А. Герарди, Н. С. Гришенко, А. Н. Еремеева, А. Ф. Кондратьева, С. Г. Хачатурова, С. А. Беглярова, П. П. Четолбашева, В. С. Алтунина; сейчас ГИП — О. А. Леонтьев.

В основу инженерных разработок положено решение Госэкспертизы по «Основным положениям» ТЭО, которое определило направление переброски и объем ее первой очереди, то есть главные исходные данные для проектирования канала (А. М. Волынов, П. Г. Фиалковский, И. А. Герарди).

Тракт переброски. Местоположение тракта переброски разработано для Тургайского направления, т. е. от р. Оби вдоль Нижнего Иртыша к Тоболу и его притоку Убагану. Трасса далее проходит вблизи оз. Кушмурун, преодолевает водораздел по Тургайскому понижению, выходит к Сырдарье западнее г. Джусалы, пересекает междуречье и выходит к Амударье южнее возвышенности Султануиздаг (рис. 4.1).

Топографической основой для проектировок по большей части тракта послужили планшеты планово-высотной государственной съемки в масштабе 1 : 25000, под отдельные сооружения выполнялись съемки более крупного масштаба (1 : 10000 и 1 : 5000).

Для ТЭО была произведена также дальнейшая детализация информации, по сравнению с «Основными положениями», о инженерно-геологических условиях по тракту переброски и сооружениям на нем, путем выполнения соответствующих полевых изыскательских, лабораторных и камеральных работ.

Объем первой очереди переброски принят равным верхнему пределу, установленному ГЭК Госплана СССР, то есть—27,2 км^3 в

год. Такой объем водоподачи обеспечивается при работе канала переброски расходом в теплое время года — 1150 м³/с и при ледоставе — 650 м³/с, которые и приняты в качестве расчетных для основного участка канала от г. Тобольска до Тегизского водохранилища (1374 км). Последнее устраивается в Северном Приаралье и предназначается для перерегулирования равномерной водоподачи по начальной части канала в режим определяемый, главным образом, потребностями орошения на части канала ниже водохранилища.

Участки тракта и варианты, разработанные для них. Тракт переброски от водозабора на р. Оби и до р. Амударьи по режиму его работы разделен на следующие участки:

I — от водозабора на р. Оби у с. Белогорье до г. Тобольска;
II — от г. Тобольска до 537 км;
III — от 537 км до Тегизского водохранилища;
IV — от Тегизского водохранилища до р. Амударьи.

Для первого головного участка тракта (рис. 4.2) разработано три варианта с водозабором из Оби в районе устья Иртыша и один вариант с водозабором в районе г. Камень-на-Оби, который здесь не рассматривается (подробнее см. главу 5).

Они называются:

Iа — канал по левому берегу Нижнего Иртыша;
Iб — «Анти-Иртыш»;
Iв — канал по правому берегу Нижнего Иртыша.

Эти три варианта предполагают машинный подъем воды насосными станциями из Оби до Тобольска.

Для второго участка, т. е. от г. Тобольска до 537 км, разработано также три варианта:

IIа — канал по правому берегу Тобола;
IIб — «Анти-Тобол»;
IIв — канал по левому берегу Тобола.

Конец участка — 537 км от точки водозабора из Иртыша по правобережной трассе — отвечает месту соединения трех названных вариантов.

Для третьего участка, т. е. от 537 км до Тегизского водохранилища, по условиям рельефа плановое положение трассы канала рассмотрено одновариантно.

На втором и третьем участках тракта переброски вода на водораздел поднимается с помощью насосных станций.

Четвертый участок (от Тегизского водохранилища до Амударьи) имеет два варианта трассы канала, отличающиеся один от другого своим высотным положением, в соответствии с чем они и названы:

IVа — верхний;
Vб — нижний.

Рассмотренными вариантами отдельных участков тракта переброски охвачен достаточно широкий диапазон возможных решений.

СХЕМА ВАРИАНТОВ
ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ ТРАКТА ПЕРЕБРОСКИ

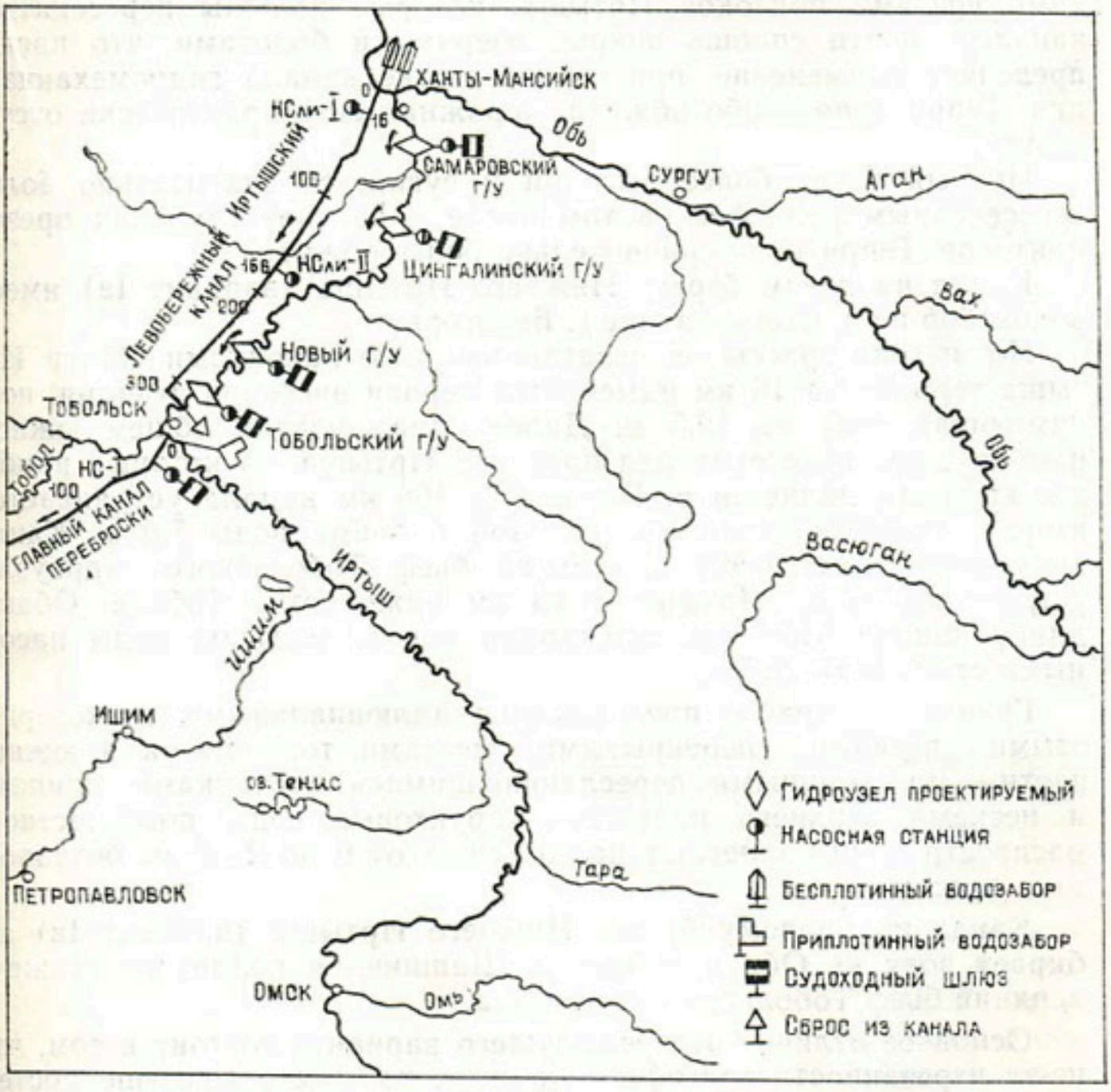


Рис. 4.2

Нижеследующее краткое описание рассмотренных вариантов имеет главной целью показать их идеи, водохозяйственные особенности, принципиальные различия и основные технико-экономические показатели, учитываемые при выборе вариантов.

Первый участок тракта переброски. Все три варианта головного участка тяготеют к Нижнему Иртышу. В этих вариантах рассматриваются два принципиально различных способа подачи воды из Оби до г. Тобольска без использования русла реки (канал по левому или правому берегу) и с его использованием («Анти-Иртыш»).

Необходимость вариантного рассмотрения местоположения канала вытекает из существенного различия берегов Нижнего

Иртыша по топографическим, гидрографическим и инженерно-геологическим условиям.

Левый берег реки низкий, плоский, со сравнительно неглубокими врезами притоков Иртыша, которые должны пересекаться каналом, почти сплошь покрыт озерами и болотами, что предопределяет применение при строительстве канала гидромеханизации. Территория слабо обжита, дорожная сеть практически отсутствует.

Правый берег более высокий и сухой, со значительно более пересеченным рельефом, в том числе и за счет глубоких врезов притоков. Территория сравнительно более обжита.

Канал на левом берегу Нижнего Иртыша (вариант Iа) имеет водозабор из р. Оби в районе г. Белогорья.

По выходе трассы на незатапливаемую паводками Оби и Иртыша террасу на 16 км намечается первая насосная станция, поднимающая воду на 19,5 м. Далее канал идет в общем южном направлении, пересекая ряд притоков Иртыша, из которых наиболее крупным является р. Конда. На 166 км канала устраивается вторая насосная станция с высотой подъема воды 7,0 м. Канал заканчивается сбросом в верхний бьеф Тобольского гидроузла, устраиваемого на Иртыше в 13 км ниже устья Тобола. Общая длина канала 315,7 км. суммарная высота подъема воды насосными станциями 26,5 м.

Грунты по трассе представлены аллювиальными тонкозернистыми песками, перекрытыми местами торфами, а в южной части — маломощными переслаивающимися суглинками, глинами и песками верхнего палеогена. Грунтовые воды повсеместного распространения залегают на глубинах от 0 до 2—3 м, безнапорные, пресные.

Канал по правому берегу Нижнего Иртыша (вариант Iв) забирает воду из Оби в районе с. Шапшино и подает ее также в верхний бьеф Тобольского гидроузла.

Основное отличие от предыдущего варианта состоит в том, что из-за изрезанности рельефа и наличия по трассе возвышенностей, которые не могут быть ею обойдены, на канале по правому берегу имеется переподъем воды насосными станциями с последующим сбросом ее через ГЭС. Всего на правобережном канале предусмотрено строительство четырех насосных станций с суммарным подъемом воды на них 107,7 м и двух ГЭС с напором 75,4 м.

Общая длина канала 394 км.

Грунты по трассе представлены озерно-аллювиальными суглинками и глинами мощностью 15—25 м, залегающими на аллювиальных песках. Подстилаются четвертичные отложения песчано-глинистыми взаимозамещающимися осадками верхнего палеогена. Грунтовые воды залегают на глубинах 5—10 м, безнапорны, пресные.

По водохозяйственным условиям оба варианта канала полностью идентичны.

В связи с тем, что в некоторые периоды летне-осенней межени забор воды в канал переброски из Иртыша в створе г. Тобольска производится не может, главным образом, по условиям удовлетворения требований водного транспорта, канал из Оби по обоим вариантам должен рассчитываться на полную пропускную способность тракта переброски, т. е. для ее первой очереди на 1150 м³/с.

Идея варианта 1б («Анти-Иртыш») состоит в использовании русла Нижнего Иртыша для подачи воды в обратном направлении из Оби до г. Тобольска.

Обеспечивается такая подача путем строительства на рассматриваемом участке реки каскада гидроузлов с насосными станциями, перекачивающими воду из нижнего бьефа в верхний каждого из гидроузлов.

При разбивке участка реки на ступени и определении таким образом необходимого числа гидроузлов, обязательным было требование, чтобы нормальные подпорные уровни гидроузлов в период работы каскада в режиме «анти-реки» не выходили из естественного русла реки и не затапливали пойму. Размеры же водопропускных сооружений гидроузлов определялись с расчетом, чтобы пропуск паводка редкой повторяемости (один раз в десять тысяч лет) обеспечивался без существенных подпоров против естественных уровней «свободной» реки.

Удовлетворением названных требований обеспечивалось практически полное сохранение естественного режима реки, но, вместе с тем, оно потребовало включения в каскад дополнительно к Тобольскому гидроузлу еще трех низконапорных гидроузлов, названных по ближайшим населенным пунктам (от Тобольского гидроузла вниз по реке): Новый, Цыгалинский и Самаровский.

Гидроузлы расположены, в основном, в пределах высокой поймы р. Иртыш с плоской поверхностью, расчлененной старицами, меандрами и протоками. Грунты представлены переслаиванием аллювиальных суглинков, супесей, и песков общей мощностью 10—20 м, залегающих на глинисто-песчаных осадках верхнего пелеогена. Грунтовые воды на глубинах 0,5—6 м пресные, безнапорные, взаимосвязаны с речными.

В водохозяйственном отношении вариант «Анти-Иртыша» имеет определенное преимущество по сравнению с вариантом канала по левому или правому берегам реки. Состоит оно в том, что каскад гидроузлов на Нижнем Иртыше, вместе с выполнением своих функций по переброске стока, обеспечивает на этом участке необходимые судоходные глубины и исключает необходимость специальных навигационных пропусков. Исключение последних позволяет с одной стороны уменьшить производительность насосных станций при гидроузлах, качающих воду из Оби, а с другой — забрать в канал переброски дополнительный сток из Иртыша в

створе г. Тобольска, т. е. с более высоких отметок, и за этот счет сократить расход электроэнергии.

Варианты по этому фактору могут быть в известной мере выравнены, для чего судоходство с реки дожно быть перенесено на канал. Однако, отсутствие в настоящее время ряда данных, необходимых для проработки такого решения (в частности, данных о минимальном расходе, который дожен оставаться в реке в летнее время), исключили такую возможность и в ТЭО было признано целесообразным исходить из того, что судоходство по Нижнему Иртышу сохраняется и в соответствии с этим оно не предусматривается по каналу, проходящему параллельно судоходной реке.

В проекте Главного канала переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана, который начал составляться по решению Госплана СССР в 1983 г. Союзгипроводхозом (Н. С. Гришенко, А. Ф. Кондратьев, О. А. Леонтьев), в отделе ГУГКСП (А. К. Кияткин) под руководством С. Г. Хачатурова и Н. А. Скворцовой разработаны инженерные решения 3-х дополнительных вариантов головного участка Главного Сибирь-Аральского канала, так как из-за чрезвычайной сложности вопроса выбор варианта указанного участка в ТЭО сделан не был и эта задача перенесена на стадию «Проект».

Дополнительно к представленным в ТЭО вариантам, изложенным выше, Союзгипроводхозом рассматриваются еще три варианта: «Пойменный подвариант левобережного Иртышского канала», «Смешанный вариант», и «Энергетический вариант». Работы Института по поиску оптимального решения предполагается завершить в 1984 г. и после их рассмотрения в утверждающих инстанциях остановиться на рекомендуемом варианте.

Пойменный вариант. Идея пойменного варианта состоит в том, чтобы максимально упростить производство работ по каналу и довести до минимума объемы земляных работ по нему. С этой целью предусматривается строительство канала полуинженерного типа по левобережной пойме Иртыша, который формируется дамбой или выемкой по левому (по течению воды в нем) борту, а правым бортом служит естественный откос первой надпойменной террасы. По левому борту канала предусматривается автодорога. Заложение откоса выемки 1 : 8. Все левобережные притоки Иртыша принимаются в канал без какого-либо оформления.

Во избежание переполнения паводковыми расходами пересекаемых водотоков в створе впадения р. Конды устраивается сброс из канала на расход 2320 м³/с. Канал рассматривается в судоходном и несудоходном подвариантах.

Бесплотинным водозабором из Оби, расположенным в устье Иртыша, вода подается к первой насосной станции по руслу в

режиме анти-реки. Общий подъем воды на 27,5 м осуществляется двумя насосными станциями.

Заканчивается канал Тобольским гидроузлом и концевым сбросом в его верхний бьеф.

Расчетный расход канала 1150 м³/с и объем дотации из Оби 19 км³/год, так же как для левобережного иртышского канала.

Смешанный вариант. Этот вариант, предложенный С. Г. Хачатуровым и Н. А. Скворцовой, разработанный при их участии в гидротехнической группе отдела Союзгипроводхоза, преследует цель решения водоподачи по более простой и легче выполнимой схеме, чем ранее рассмотренные в ТЭО. Этот вариант включает элементы анти-реки и левобережного Иртышского канала. В состав сооружений по варианту входит бесплотинный водозабор из Оби в устье Иртыша, 43-километровый участок анти-Иртыша, Самаровский гидроузел с насосной станцией и судоходным шлюзом, около 300 км русла Иртыша от Самаровского гидроузла до устья р. Тугутки, работающего в режиме анти-реки, бесплотинный водозабор в левобережный канал, собственно канал длиной 161 км, насосная станция с судоходным шлюзом на канале, концевой сброс в верхний бьеф Тобольского гидроузла с судоходным шлюзом и Тобольский гидроузел. Общая протяженность тракта по этому варианту около 500 км. Дотация воды из Оби 4 км³ в год. Канал расчитывается на 1150 м³/с и конструктивно аналогичен левобережному.

Энергетический вариант. Идея этого варианта состоит в создании на Нижнем Иртыше одного гидроузла с водохранилищем многолетнего регулированаия стока и одновременным соблюдением условий гарантированного водозабора из Иртыша в районе г. Тобольска в Главный Сибаральский канал.

По этому варианту водохранилище намечается создать при Самаровском гидроузле с отметкой подпора 40,0 м. При этом полная емкость водохранилища составит порядка 83 км³, а полезная при сработке до отметки 38,0 м — 33 км³. Создание такого водохранилища позволило бы отказаться от подачи воды из Оби на переброску 27,2 км³/год за счет использования боковой приточности Нижнего Иртыша и одновременно возникнет возможность строительства ГЭС установленной мощностью 560 МВт и выработкой электроэнергии 1,94 млрд. кВт·ч.

В составе гидроузла предусматривается бетонный водосброс, глухая земляная плотина, двухкамерный судоходный шлюз.

Однако, создание водохранилища вызывает затопление 1,5 млн. га земель и населенных пунктов в пределах Нижнего Иртыша, что делает этот вариант неприемлемым, а дальнейшая его разработка нецелесообразна.

Основные технико-экономические показатели вариантов приведены в таблице 4.1. Как видно из таблицы, из всех рассмотренных два имеют очень близкие стоимостные показатели, это — смешанный и Анти-Иртыш.

Таблица 4.1

Технико-экономические показатели по вариантам первого (головного участка) тракта переброски

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Варианты				
			левобережный		Анти-Иртыш (ТЭО)	Смешанный	Энергетический
			по 1-й террасе	по пойме			
1	Протяженность	км	316	378	651	500	—
	в т. ч. канал	км	316	368	—	161	—
2	Отметка НПУ	м	—	—	—	—	40,0
3	Площадь затопления	тыс. га	—	250	—	—	1500
4	Объем водохранилища:						
	полный	км³	—	—	—	—	82,9
	полезный	км³	—	—	—	—	32,9
5	Насосные станции	шт	2	2	4	2	—
	расчетный расход	м³/с	1150	1150	470—850	800	—
	высота подъема	м	26,5	27,5	26,8	28,1	—
	установленная мощность	МВт	552	576	424	454	—
	потребление э/э	млрд. кВт.ч	1,7	1,7	0,46	0,43	—
6	ГЭС	шт.	—	—	—	—	1
	напор	м	—	—	—	—	26,5
	установленная мощность	МВт	—	—	—	—	5,3
	выработка э/э	млрд. кВт.ч	—	—	—	—	1,94
7	Объем основных работ:						
	выемка	млн. м³	941	709	144	474	50
	насыпь	»	55	140	62	48	213
	камень, щебень	»	3,7	8,0	3,4	5,7	4,9
	бетон	»	2,0	2,0	4,2	2,7	2,2
8	Стоимость строительства по разделу А	млн. р	3366,5	4002,2	2810,5	2715,5	5727,7
	в т. ч. стоимость затоплений	»	—	731,1	—	—	1420,5
9	Ежегодные издержки в т. ч.	»	148,4	145,8	116,1	113,7	131,7
	а) амортизация и капремонт*	»	117,8	114,5	98,3	95,0	151,1
	б) стоимость э/э	»	30,6	31,3	17,8	18,7	19,4
10	Приведенные затраты		485	546	397	387	704

* 3,5% от стоимости строительства без стоимости затоплений.

Второй участок тракта переброски. Для второго участка тракта, то есть от г. Тобольска до 537 км, как уже указывалось, рассмотрено три варианта (рис. 4.3):

— IIа — канал по правому берегу Тобола;

— IIб — «Анти-Тобол»;

— IIв — канал по левому берегу Тобола.

Все эти варианты предполагают водозабор из верхнего бьефа Тобольского гидроузла.

Варианты канала по правому и левому берегу Тобола разработаны для оценки влияния на технико-экономические показатели инженерных решений различия природных условий.

Варианты второго участка повторяют идею вариантов первого участка, тяготеющего к Нижнему Иртышу.

Правый берег Тобола на рассматриваемом участке более высок, сильнее расчленен врезами многочисленных сравнительно мелких водотоков, лучше обжит.

Левый берег Тобола более низкий и плоский и менее изрезан. Левые притоки Тобола менее многочислены, но более крупные. Это реки: Тавда, Тура, Исеть и др. Территория обжита сравнительно слабо.

Канал по правому берегу Тобола осуществляет водозабор из Иртыша в 7 км вверх по течению от устья Тобола. Трасса канала идет примерно параллельно Тоболу и вдоль притока Тобола — реки Убаган.

До 537 км на канале размещаются четыре насосных станции (из пяти, обеспечивающих подъем воды на высшую точку тракта) с суммарной высотой подъема воды 76 м.

Грунты представлены аллювиальными переслаивающимися суглинками, супесями и песками с преобладанием песков в низах разреза. Четвертичные отложения мощностью до 15—20 м подстилаются взаимозамещающимися глинами и песками верхнего палеогена и плотными глинами среднего палеогена. Грунтовые воды на глубине 0,5—6 м, пресные, безнапорные.

Канал по левому берегу Тобола забирает воду также из подпертого Тобольским гидроузлом бьефа с расположением водозабора на левом берегу Тобола вблизи впадения его в Иртыш.

Канал до точки присоединения его к первому варианту имеет длину 508 км. На нем расположено пять насосных станций с суммарной высотой подъема воды 74,3 м (разница с вышеприведенной величиной — за счет меньшего уклона и длины канала).

Инженерно-геологические условия аналогичны описанным для правобережного варианта.

При разработке варианта «Анти-Тобола» сохранить схему «анти-реки» в чистом виде, как на Нижнем Иртыше, не представилось возможным. Малые размеры русла Тобола не могут обеспечить пропуск расхода 1150 м^3/с без заполнения поймы, которое в этом варианте является неизбежным при любом числе гидроузлов.

Участок главного канала переброски от 0 до НС-IV (км 0-км 533) с вариантами трассы: правобережный тобольский, левобережный тобольский и по схеме Анти-Тобол

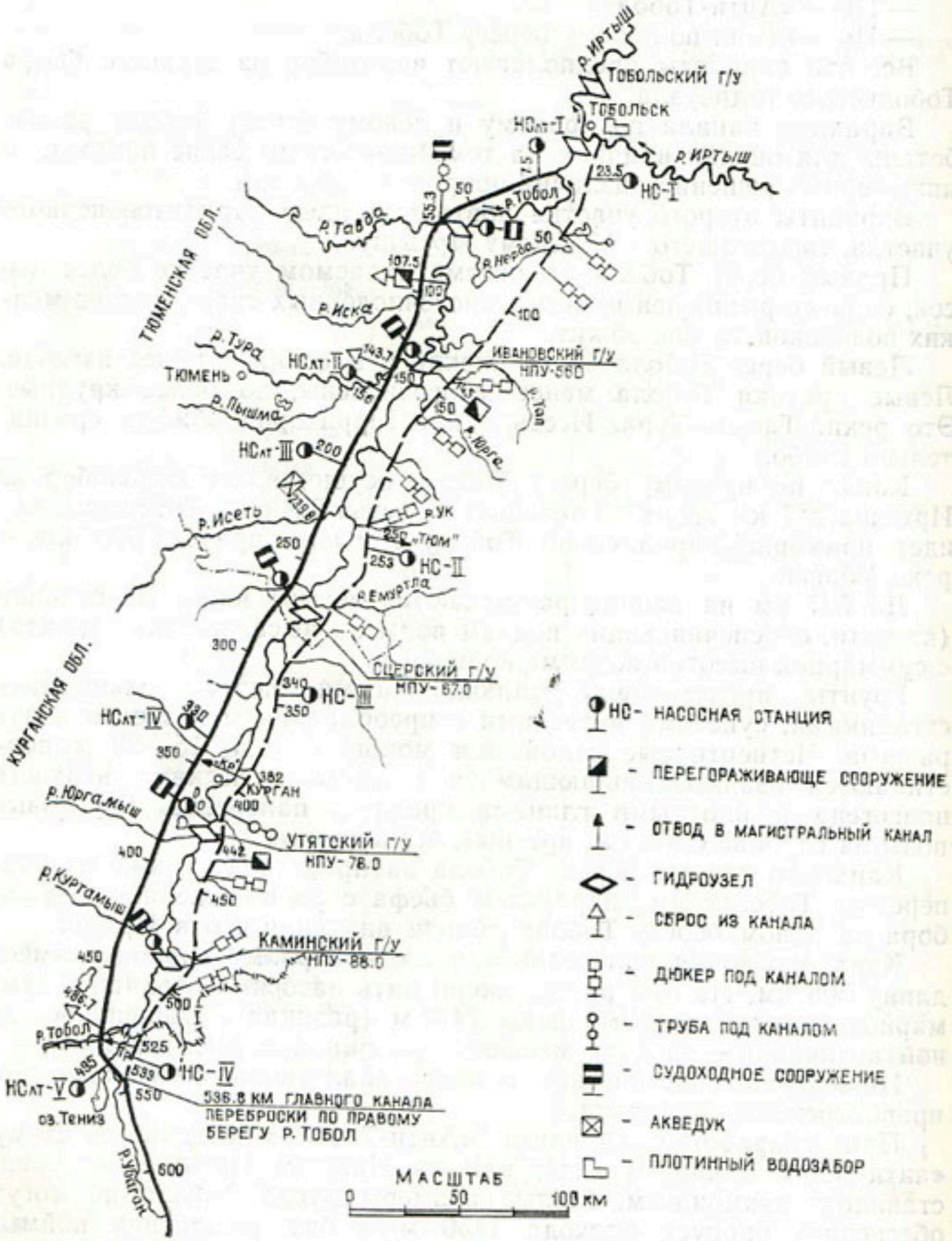


Рис. 4.3

Другой особенностью рассматриваемого участка реки является трудность образования на нем каскада гидроузлов с сопряженными бьефами, для чего требуется или большое число гидроузлов или, при уменьшении их числа, повышение подпорных уровней на них, что связано с затоплением огромной территории.

Учет этих обстоятельств привел к разработке для данного варианта «гибридной» схемы с шестью гидроузлами и с подводящими каналами к насосным станциям в нижних бьефах этих гидроузлов. При меньшем затоплении пойменных земель, такое решение, вместе с тем, не гарантирует полной надежности, так как подводящие каналы, проходящие по пойме, будут регулярно подвергаться воздействию паводков.

По варианту «Анти-Тобол» общая протяженность участка тракта переброски составляет 555 км, в том числе подводящие каналы 333 км.

Участок расположен на пойме и первых надпойменных террасах р. Тобол, с плоской заболоченной поверхностью. Грунты представлены переслаивающимися аллювиальными суглинками, супесями и песками мощностью до 15 м, подстилающимися песчано-глинистыми континентальными, морскими и палеогеновыми осадками. Грунтовые воды на глубинах 0,5—5 м пресные, безнапорные, взаимосвязаны с речными.

Основные технико-экономические показатели по трем вариантам второго участка тракта переброски сведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Наименование показателей	Варианты		
	Па канал по правому берегу Тобола	Пб «Анти-Тобол»	Пв канал по левому берегу Тобола
Протяженность тракта, км	537	555	508
в т. ч. канал, км	537	333	508
Насосные станции на тракте, шт	4	6	5
суммарная высота подъема воды, м	76,0	75,0	74,5
установленная мощность, МВт	1560	1333	1410
потребляемая электроэнергия, млрд. кВт. ч.	6,82	6,96	6,64
Объемы основных работ:			
земляные — выемка, млн. м^3	1274	876	990
насыпь, млн. м^3	97	124	275
бетон и железобетон, тыс. м^3	4223	8070	5132
металлоконструкции и мехоборудование, тыс. т	68,2	111,4	64,1
Стоимость строительства (разделы А и Б), млн. руб.	2589	3597	3185
Приведенные затраты, млн. руб.	421	538	488

Из сопоставления данных, приведенных в табл. 4.2 видно, что наихудшим является вариант IIб — «Анти-Тобол».

Что касается вариантов канала по правому и левому берегу Тобола, то несколько лучшими показателями обладает первый из них. Учитывая это, а также лучшую обжитость и большую перспективность дальнейшего развития территории правого берега Тобола, предпочтение отдано варианту канала по этому берегу, который и принят в качестве основного.

Третий участок тракта переброски. Третий участко тракта переброски (рис. 4.4.), т. е. канал от 537 км до Тегизского водохранилища (1374 км) рассмотрен при одном варианте планового положения трассы, поскольку определенность рельефных и других условий заведомо делала другие варианты худшими (увеличение выемки, переподъем воды насосными станциями и др.).

Третий участок тракта является транзитным и канал на нем рассчитывается на полный расход, т. е. 1150 м³/с.

На участке намечается одна насосная станция (820 км) с высотой подъема воды 8 м, которая является последней в каскаде станций, обеспечивающих подъем воды из Иртыша и Оби на водораздел между бассейнами Иртыша и Сырдарьи.

Участок расположен в Тургайской ложбине с ровным, плоским, слабо расчлененным рельефом. Грунты представлены слоистыми озерноаллювиальными, четвертичными суглинками и глинами, мощностью 5—90 м, подстилаемыми морскими водоупорными глинами палеогена. Грунтовые воды на глубинах 5—8 м слабо солоноватые, безнапорные, малодебитные.

Технико-экономические показатели по третьему участку тракта переброски таковы:

протяженность тракта	— 837 км
в т. ч. канал	— 837 км
насосные станции — число	— 1 шт.
установленная мощность	— 192 МВт
потребляемая электроэнергия	— 0,67 млрд. кВт. ч.
Объемы основных работ:	
земляные — выемка	— 1670 млн. м³
— насыпь	— 156 млн. м³
бетон и железобетон	— 3836 тыс. м³
металлоконструкции и мехоборудование	— 57,8 тыс. т
Стоимость строительства (разделы А и Б)	— 2457 млн. руб.
Приведенные затраты	— 316 млн. руб.

Четвертый участок тракта переброски. Четвертый участок тракта переброски начинается у Тегизского водохранилища (1374 км) и кончается сбросом в Амударью (2230 км) (рис. 4.5). Если предыдущая часть тракта, имея в основном транзитное значение, в целях получения наиболее экономичного решения, рассчитывалась на максимально возможную равномерность водоподачи в течение года, то последний четвертый участок, находясь в

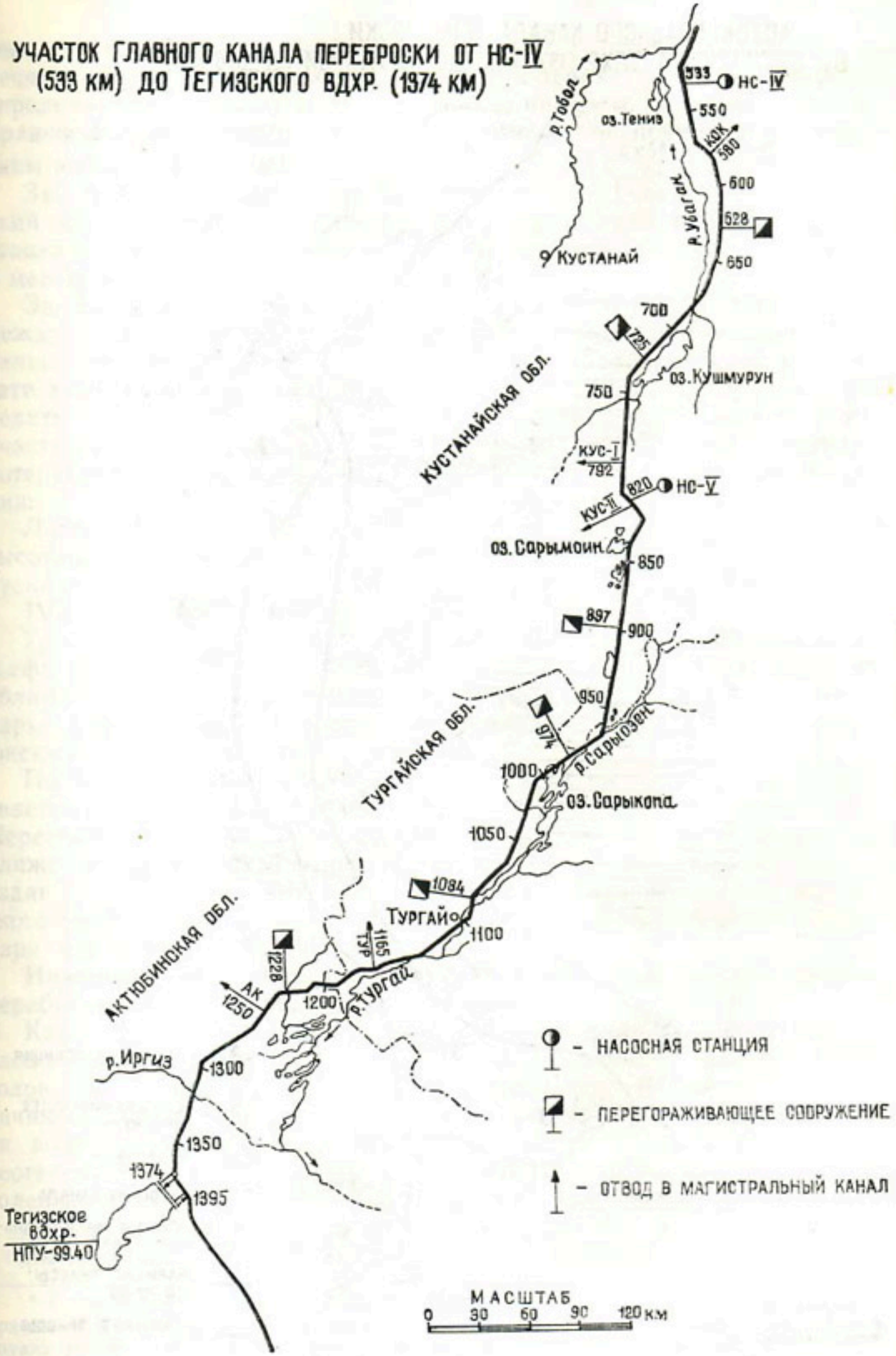

УЧАСТОК ГЛАВНОГО КАНАЛА ПЕРЕБРОСКИ ОТ НС-IV (533 км) ДО ТЕГИЗСКОГО ВДХР. (1374 КМ)
533
НС-IV
550
КОК
580
600
528
650
700
725
750
КУС-I
792
820
НС-V
КУС-II
850
897
900
950
974
1000
1050
1084
1100
1165
1228
1200
1250
1300
1350
1374
1395
р.Тобол
оз.Тениз
р.Убаган
г.Кустанай
КУСТАНАЙСКАЯ ОБЛ.
оз.Кушмурун
оз.Сарымоин
р.Сарыозек
ТУРГАЙСКАЯ ОБЛ.
оз.Сарыкопа
Тургай
р.Тургай
АКТЮБИНСКАЯ ОБЛ.
р.Иргиз
Тегизское вдхр. НПУ-99.40
- НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ
- ПЕРЕГОРАЖИВАЮЩЕЕ СООРУЖЕНИЕ
- ОТВОД В МАГИСТРАЛЬНЫЙ КАНАЛ
МАСШТАБ
0 30 60 90 120 км

Рис. 4.4

УЧАСТОК ГЛАВНОГО КАНАЛА ПЕРЕБРОСКИ
ОТ ТЕГИЗСКОГО ВДХР. (1374 км.) ДО АМУДАРЬИ (2229.8 км)
1374
1395
Тегизское вдхр.
НПУ-99.40
1450
1500
1495
1550
КАЗАХСКАЯ ССР
1600
НС-VI
1630
"СД"
1650
1650
1678
Новоказалинск
1680
1700
1700
АРАЛЬСКОЕ
МОРЕ
1750
1750
1780
1785
1800
1800
КЗЫЛ-ОРДИНСКАЯ
ОБЛ.
1850
1850
1900
1920
1900
1950
1934
1950
2000
2000
2019
2050
2070
2050
КАРАКАЛПАКСКАЯ АССР
2100
2150
2077
2100
2200
Тахиаташский г/у
2220.5
2150
0
2229.8
45
НС-VII
50
СТВОР Джумуртау
81
НС-VIII
Туртkуль
88
Тюямуюнское вдхр.
НПУ-130.0
МАСШТАБ
0 30 60 90 км
НС - НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ
- ПЕРЕГОРАЖИВАЮЩЕЕ СООРУЖЕНИЕ
- ГИДРОУЗЕЛ
- СБРОС ИЗ КАНАЛА
- ОТВОД В МАГИСТРАЛЬНЫЙ КАНАЛ
- ВАРИАНТ ТРАССЫ ПО ▽ 90
- ВАРИАНТ ТРАССЫ ПО ▽ 80
УЗБЕКСКАЯ ССР

Рис. 4.5

зоне главных потребителей перебрасываемого стока, должен обеспечить подачу его в режиме водопотребления, решение которого определяется главным образом требованиями орошения земель. Трансформация одного режима в другой обеспечивается Тегизским водохранилищем*.

За водохранилищем до крупного водовыдела в Сырдарьинский канал (1630 км) расчетный расход канала переброски составляет 1300 м³/с, от 1630 км до Сырдарьи (1685 км) — 800 м³/с. и между Сырдарьей и Амударьей 650 м³/с.

За Тегизским водохранилищем трасса канала переброски между 1490 и 1580 км пересекает понижение местности; рационально обойти которое не представилось возможным. В результате вариантоной проработки было признано целесообразным не делать канала в высоких насыпях, а понизить его на 9 м на участке от водохранилища до отвода в Сырдарьинский канал, потерянное командование восстановить с помощью насосной станции.

Логическим следствием такого решения явились два варианта высотного положения трассы канала переброски ниже водовыпуска в Сырдарьинский канал (1630 км):

IVа — верхний; IVб — нижний.

Трасса канала по верхнему варианту начинается от верхнего бьефа вышеупомянутой насосной станции, пересекает Сырдарью вблизи ст. Майлибаш, проходит по междуречью и выходит к Амударье южнее возвышенности Султануиздаг, то есть между Тюямуюнским и Тахиаташским гидроузлами.

По нижнему варианту насосная станция на 1630 км не устраивается и канал трассируется по заданному уклону самотеком. Пересекает он междуречье несколько западнее верхнего варианта, ближе к Аральскому морю и, огибая возвышенность Султануиздаг с севера, выходит к Амударье в верхнем бьефе Тахиаташского гидроузла. Километраж точки сброса в Амударью по этому варианту 2206 км.

Инженерно-геологические условия на четвертом участке тракта переброски характеризуются следующим.

Канал на участке от Тегизского водохранилища до Сырдарьи расположен на структурно-денудационной равнине, осложненной эоловыми формами рельефа. Грунты представлены неоген-четвертичными супесями и песками мощностью до 14 м, залегающими на водоупорных морских глинах палеогена. Грунтовые воды в неогеновых песках залегают на глубинах 1—10 м, солоноватые и соленые, безнапорные, малодебитные.

Оба варианта трассы канала в междуречьи расположены на аллювиальных и аллювиально-дельтовых равнинах рек Сырдарьи

---

* Союзгипроводхозом и Средазгипроводхлопком прорабатывается вариат трассы от Тургая по более высоким отметкам с выходом к Кзылординскому гидроузлу на р. Сырдарье с устройством взамен Тегизского наливного Корайсорского водохранилища в пределах Каатау на восток от трассы.

и Амударьи. Грунты представлены прерывисто-распространенными глинисто-песчаными осадками неоген-четвертичного возраста с преобладанием песков мощностью 5—60 м, залегающими на водоупорных палеогеновых глинах. Грунтовые воды спорадического распространения, на глубинах 5—40 м, малодебитные, безнапорные, соленые.

С водохозяйственной стороны названные варианты четвертого участка Сибаральского канала равноценны, так как потребность в стоке сибирских рек при первой очереди переброски ограничивается зоной командования Тахиаташского гидроузла.

Подача сибирского стока к этой точке вододеления обеспечивается при обоих вариантах трассы канала переброски.

Вместе с тем, несмотря на отсутствие потребителей в зоне командования второго гидроузла в низовьях Амударьи — Тюямуюнского — подача воды к нему из канала переброски предусмотрена, так как это обеспечивает наиболее экономичное решение за счет использования емкости Тюямуюнского водохранилища, которое позволяет сократить расчетный расход канала между Сырдарьей и Амударьей.

Отвод на Тюямуюн при верхнем варианте трассы устраивается на 2150 км канала переброски. Протяженность отвода 88 км, расчетный расход 200 м³/с. На отводе устраиваются две насосные станции с суммарной высотой подъема воды 40,6 м.

При нижнем варианте трассы отвод на Тюямуюн устраивается на 1640 км, протяженность его 110 км, расчетный расход также 200 м³/с. На отводе устраиваются три насосных станции с суммарной высотой подъема воды 50 м.

Отвод на Тюямуюн является составной частью комплекса сооружений четвертого участка тракта переброски и технико-экономические показатели по нему включены в нижеприводимые в табл. 4.3 данные. Это же относится и к Тегизскому водохранилищу.

При сравнении вариантов к показателям нижнего варианта должны быть добавлены соответствующие данные по НС на Сырдарьинском канале, компенсирующей потерю командования на канале переброски при этом варианте последнего (9 м).

Параметры насосной станции: расчетный расход — 525 м³/с, установленная мощность — 80 МВт, потребляемая электроэнергия 0,19 млрд. кВт. ч.

Сопоставление вариантов с учетом этого фактора показывает на малую разницу между ними.

Учитывая, что верхний вариант более благоприятно расположен относительно земель возможного орошения в междуречье, предпочтение отдано ему и он принят в качестве основного.

Сводные технико-экономические показатели по тракту переброски в целом. Из описанных вариантов, разработанных для

Таблица 4.3

Технико-экономические показатели по вариантам четвертого участка тракта переброски

Наименование показателей	Варианты	
	IVа верхний	IVб нижний
Протяженность тракта, км	856	832
в т. ч. канала, км	856	832
Отвод на Тюямуюн, км	88	110
Насосные станции: число	3	3
расчетный расход, м³/с	1300 и 200	200
суммарная высота подъема воды, м	49,6	50
установленная мощность, МВт	374	185
потребляемая электроэнергия, млрд. КВт·ч.	1.03	0.48
Объемы основных работ:		
земляные — выемка, млн. м³	1405	1415
— насыпь, млн. м³	500	351
бетон и железобетон, тыс. м³	4724	4500
металлоконструкции и мехоборудование, тыс. т	57,2	40,0
Стоимость строительства (разделы А и Б, млн. руб.	2856	2819
Приведенные затраты, млн. руб.	374	363

отдельных участков тракта переброски, может быть образовано свыше двух десятков комбинаций.

Здесь приводятся три из них, которые образуются из двух вариантов головного участка тракта и одного, принятого в качестве основного, по остальным участкам тракта.

В качестве вариантов головного участка приняты канал по левом берегу Нижнего Иртыша и «Анти-Иртыш».

По второму и четвертому участкам приняты соответственно — канал по правому берегу Тобола и верхний вариант.

Третий участок, как известно, разработан одновариантно.

Сводные технико-экономические показатели приводятся в таблице 4.4.

Представляют интерес и такие показатели, как стоимость и себестоимость 1 м³ воды в той или иной точке главного канала переброски при различных вариантах головного участка тракта.

Эти показатели определены с использованием вышеприведенных технико-экономических данных и показаны в табл. 4.5-а.

Стоимость воды, определялась путем отнесения приведенных затрат по разделу «А» от головы тракта до рассматриваемого

Таблица 4.4

Наименование показателей	Варианты головного участка	
	Канал по левому берегу Н. Иртыша	«Анти—Иртыш»
Протяженность тракта, км	2566	2881
в т. ч. водозаборная часть тракта	316	651
Главный канал переброски	2230	2230
в т. ч. подъем на водораздел	10	12
Суммарная высота подъема воды, м	160,1	160,4
Насосные станции, шт.	110,5	110,8
Установленная мощность, МВт	2678	2550
Потребляемая электроэнергия, млрд. кВт. ч.	10,22	8,98
Объемы работ:		
земляные — выемка, млн. м^3	5238	4493
насыпь, млн. м^3	808	814
бетон и железобетон, тыс. м^3	14865	16947
металлоконструкции и мехоборудование, тыс. т	256	241
Стоимость строительства, (разделы А и Б), млн. руб.	9976	9657
Приведенные затраты, млн. руб.	1399	1346
в т. ч. на электроэнергию	161	148

створа к годовому объему стока, проходящему через этот створ канала, а себестоимость — путем отнесения к тому же стоку ежегодных эксплуатационных затрат также по участку от головы до определенного створа.

Таблица 4.5-а

Коп. за 1 м^3

Створ на главном канале переброски	Км по главному каналу переброски	Варинты головного участка			
		Канал по левому берегу Н. Иртыша		«Анти—Иртыш»	
		стоимость	себестоимость	стоимость	себестоимость
г. Тобольск	0	1,15	0,32	0,94	0,24
—	537	2,95	1,01	2,74	0,93
Тегизское водохранилище	1374	4,35	1,32	4,14	1,24
р. Амударья	2230	6,32	1,78	6,11	1,70

Главный канал переброски (Сибаральский канал). Важнейшим элементом комплекса сооружений по переброске части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан является канал от г. Тобольска до р. Амударьи, уникальный по протяженности и пропускной способности, в связи с чем он и назван Главным каналом переброски или Сибаральским каналом (сокращенно Сибарал).

Выбору параметров Главного канала, в частности, гидравлических, в ТЭО было уделено большое внимание. Канал на всем протяжении запроектирован в земляном русле.

Проводилось сопоставление облицованного и необлицованного каналов, причем, облицовка рассматривалась не только как противофильтрационное средство, но и как средство сокращения объемов земляных работ за счет уменьшения сечения канала при пропуске по нему воды с повышенной скоростью.

Однако, использование скоростного фактора ограничено необходимостью получения минимума приведенных затрат, в которых, наряду с учетом уменьшения стоимости строительства канала, при увеличении скорости течения воды в нем, учитывалось увеличение стоимости строительства и эксплуатации насосных станций на канале, компенсирующих потерю командования при увеличении уклонов канала.

Выполненное таким образом сопоставление показало на более чем двухкратное превышение приведенных затрат для облицованного канала против канала в земляном русле.

Гидравлические параметры. Анализ инженерно-геологических условий по трассе главного канала переброски применительно к его гидравлическому расчету позволил выделить две категории грунтов: связных и несвязных.

Для определения неразмывающей скорости и рациональной формы поперечного сечения канала, особенно для несвязных грунтов, были выполнены научные исследования, включающие теоретические разработки, натурные наблюдения и модельные исследования.

В результате сравнения ряда методов была принята схема гидравлического расчета, которая состоит в последовательном использовании гидроморфометрической зависимости ширины потока по зеркалу воды от его средней глубины, уравнения формы устойчивого поперечного профиля канала, полученного с учетом предельного значения влекущей силы и, наконец, уравнения равномерного движения Шези. В последнем коэффициент «С» определялся по формуле Маннинга при коэффициенте шероховатости 0,020 (принятом одинаковым для связных и несвязных грунтов).

Физико-механические свойства несвязных грунтов, принятые в расчете: средний приведенный диаметр частиц грунта — 0,25 мм, угол внутреннего трения 20—30°.

Предельная неразмывающая скорость воды в канале для несвязных грунтов в результате исследований определилась величи-

ной 0,7 м/с, а отношения ширины потока по зеркалу воды к его средней глубине 18—20.

Выполненные по упомянутой схеме расчеты определили очертания живого сечения канала в форме косинусоиды, которая в проекте была геометрически упрощена и приведена к полигональному, близкому к теоретическому криволинейному сечению. Полигональное сечение имеет один перелом в откосе, заложение нижней части откоса для несвязанных грунтов 1 : 6, верхней части 1 : 4.

Для связных грунтов сохранено также полигональное сечение с несколько большей крутизной откосов: в нижней части 1 : 4, в верхней 1 : 3.

При выборе скоростей течения воды в канале производилось определение также и экономичной скорости, которая и была принята в качестве расчетной, так как она оказалась меньше, чем предельная неразмывающая скорость для рассматривавшихся категорий грунтов.

Расчетом получены следующие величины экономичных скоростей:

нормальный профиль
несвязные грунты — 0,62 м/с
связные грунты — 0,89 м/с
профиль в глубокой выемке — связные грунты — 1,14 м/с.

Сечение главного канала переброски запроектировано с учетом возможности 15%. Глубина воды при этом расходе, против приведенной в таблице, увеличивается в среднем на 1 м. Запас в дамбах над форсированным горизонтом принят 2 м.

Зимний режим. Канал переброски, в целях уменьшения капиталовложений, должен работать круглый год с максимально возможной пропускной способностью. Последняя лимитируется условиями работы канала в холодный период года, когда пропускная способность канала уменьшается за счет ледовых явлений. Лед при этом, кроме прямого уменьшения живого сечения потока, уменьшает его гидравлический радиус за счет включения в смоченный периметр нижней поверхности льда с ее шероховатостью, которая, в зависимости от условий ледообразования, может оказаться довольно существенной.

Исследования по этому вопросу дали ряд рекомендаций для проектирования.

В частности, была рекомендована величина скорости, в канале — 0,5 м/с, превышение которой в период ледостава может привести к более активному шугообразованию и образованию льда, с большой шероховатостью нижней его поверхности.

Это условие обеспечивается за счет работы канала в период ледостава на подпоре, который создается перегораживающими сооружениями и насосными станциями. Вместе со скоростями не более 0,5 м/с, подпоры обеспечивают живые сечения в канале, до-

Таблица 4.5

Основные гидравлические элементы по участкам

№ п/п	Участок от—до, км	Длина, км	Грунты	Расход, м³/с	Уклон ×10⁶	Ширина по дну, м	Глубина воды, м		Скорость, м/с	Ширина по зеркалу воды, м	Средняя глубина, м
							максим.	сред.			
			От Тобольского гидроузла до Тегизского водохранилища								
1	0— 385	385	Несвязные	1150	8,68	54	13,0	8,9	0,62	182	18,4
2	385— 700 760— 820 974—1125 1320—1374	580	Связные	1150	17,2	20	15,0	9,1	0,89	124	13,7
3	700— 760 1125—1320	255	Несвязные	1150	7,5	24	15,5	9,4	0,61	174	18,5
4	820— 974	154	Связные	1150	34,0	10	14,0	8,1	1,14	108	13,3
			От Тегизского водохранилища до Амударьи								
5	1374—1395 1435—1630	216	Несвязные	1300	7,5	56	15,0	10,0	0,64	202	20,2
6	1395—1435	40	Связные	1300	34,0	16	15,0	8,8	1,21	120	12,3
7	1630—1680		Несвязные	800	7,5	26	14,0	8,5	0,58	162	19,1
8	1680—2150	600	Несвязные	650	7,5	24	13,0	8,1	0,55	146	18,0
9	2150—2230		Несвязные	650	7,5	18	13,0	7,9	0,54	140	17,7

статочные для пропуска при максимальной толщине льда (до 1м) расхода 650 м³/с.

Подпоры, как правило, не выходят за пределы форсированных горизонтов, в тех же случаях (большие уклоны или большие расстояния между перегораживающими сооружениями), когда подпоры выходили за пределы этих горизонтов, было предусмотрено соответствующее повышение дамб или берм канала.

Затруднения в зимней эксплуатации канала переброски может создать и снег, особенно на участках канала в выемке, где за счет переноса его ветром может образоваться большая нагрузка снега на лед.

В составе мероприятий по снегозащите предусмотрены лесополосы, посадка кустарниковой растительности, а в качестве временных мер — щиты и другие средства.

Варианты сечения канала и его высотного положения. Канал по принятому варианту трассировался так, чтобы нормальный уровень воды в нем находился, как правило, на отметках поверхности земли. Хотя такое высотное положение канала не обеспечивает оптимального баланса земляных масс выемки и насыпи, но придает большую надежность сооружению, в связи с чем вариант и принят в качестве основного.

Вместе с тем, для количественной оценки влияния высотного положения канала на объемы работ на участке канала от Тобольска до Тегизского водохранилища рассмотрены дополнительно к основному еще два варианта, в которых уровень воды принят выше, чем в основном варианте, на 3 и 6 м.

Одновременно произведено варьирование сечения главного канала переброски на участке от г. Тобольска до Тегизского водохранилища. Сечение варьировалось в направлении увеличения его ширины и уменьшения глубины воды. Рассмотрены три дополнительных варианта сечения с глубинами воды в них: 13, 10 и 8 м.

Кроме того, для выявления влияния на объемы земляных работ скоростей течения воды в канале, произведено варьирование и по скоростям. Дополнительно рассмотрены две градации скоростей: на 10—15% выше и на столько же ниже, чем принято в основном варианте.

По результатам описанного варьирования можно сделать следующие краткие выводы.

1. На участках канала в нормальном профиле (т. е. за исключением участка в выемке с 820 км по 1050 км) как в связных, так и в несвязных грунтах, объем выемки прямо зависит от скорости течения воды и высотного положения уровня воды в канале относительно поверхности земли и практически не зависит от формы поперечного сечения (разница 5—10%). Объем насыпи зависит только от положения уровня воды в канале.

2. На участке выемки (820—1050 км) объем выемки зависит как от скорости и высотного положения уровня воды в канале, так и от формы поперечного сечения. Влияние последнего вы-

ражается в том, что уменьшение глубины воды в канале с 15 до 8 м увеличивает объем выемки по участку в зависимости от высотного положения уровня воды в канале на 120 млн. м³ или 25% (основной вариант) и на 60 млн. м³ или 22% (уровень воды на 6 м выше).

3. Изменение скорости течения воды в канале изменяет объемы выемки примерно пропорционально скорости.

4. Баланс между выемкой и насыпью наиболее благоприятен при самом высоком положении уровня воды в канале, т. е. при уровне на 6 м выше поверхности земли на участках нормального профиля, т. е. на длине 1144 км из 1374 км. При этом варианте объем выемки по участку от Тобольска до Тегизского водохранилища уменьшается с 2576 млн. м³ до 1470 млн. м³ или на 1106 млн. м³, а объем насыпи увеличивается с 179 млн. м³ до 625 млн. м³ или на 446 млн. м³. Однако экономии стоимости строительства это не дает, из-за существенной разницы в стоимости выемки и насыпи. Если же учесть дополнительные затраты по сооружениям на пересечениях с водотоками и насосными станциями, то по вариантам более высокого положения канала и большей его ширины происходит увеличение стоимости строительства и приведенных затрат.

Таким образом, принятый вариант не только более надежен, но и обладает лучшими экономическими показателями.

Потери воды из канала и изменение гидрогеологических условий. При расчете возможных потерь воды из канала рассматривались два их вида: потери на фильтрацию и потери на испарение.

Расчет потерь на фильтрацию произведен с учетом фильтрационных свойств грунтов, слагающих ложе канала и полосу территории на которую канал может оказать влияние, положения грунтовых вод в современных условиях и высотного положения уровня грунтовых вод, а также с учетом изменения процессов фильтрации во времени.

Результаты расчета фильтрационных потерь сведены в табл. 4.6.

Из таблицы видно, что для ряда участков главного канала переброски (общим протяжением около 900 км) характерны малые потери или полное их отсутствие, а на двух участках протяженностью 480 км канал активно дренирует полосу территории, в связи с чем в него возможен приток грунтовых вод.

Приведенные результаты расчета фильтрационных потерь, а также прогноз изменения гидрогеологических условий на территории, прилегающей к каналу, носят в известной мере условный контрольный характер, так как выполнялись они в предположении, что никаких мер, предотвращающих отрицательные последствия подпора грунтовых вод и подтопления территории, не предвидится.

Таблица 4.6

Участки канала: от, км—до, км	Фильтрационные потери в зависимости от срока пуска воды, м³/с		Примечания
	Через 1 год	Через 20 лет	
0— 75	0,4	0,1	
75— 156	0	0	
156— 385	2,3	1,8	
385— 515	—0,4	—0,1	Зона дренирования
515— 700	3,3	—2,7	
700—1050	—3,3	—0,7	Зона дренирования
1050—1370	1,4	0,9	
Итого до Тегизского водохранилища	3,7	4,7	
Тегизское водохранилище	1,7	0,4	
Тегиз — Сырдарья 1395—1695	20,2	20,2	
Сырдарья — Амударья 1695—2225	28,4	19,4	
Отвод на Тюямуюн	13,2	3,1	
Итого Тегиз — Амударья	63,5	43,1	
Всего Тобольск — Амударья	67,2	47,8	
То же, сток, км³/год	2,1	1,5	

В действительности, необходимые дренажные мероприятия на этой территории являются обязательными.

Вопрос о фильтрации из канала при наличии дренажа был исследован ВНИИ ВОДГЕО, результаты кратко сводятся к следующему:

1. Общая протяженность участков главного канала переброски, охватываемых дренажом, составляет 1218 км.

2. Применяется дренаж: придамбовый горизонтальный преимущественно закрытый и на участках особо интенсивной фильтрации дополняемый открытой дреной отсечного типа. Возможен отказ от отсечной дрены за счет применения в соответствующих гидрогеологических условиях в первой линии дренажа скважин усилителей.

3. Принятая система дренажа обеспечивает поддержание уровня грунтовых вод в полосе отчуждения на 1—2 и более метров ниже поверхности земли.

4. Фильтрация из канала при наличии дренажа увеличивается суммарно по всей длине канала до 92,2 м³/с в 1 год эксплуатации

и до 73,5 м³/с через 20 лет. Значительно снижается разница между величиной фильтрации через 1 год и 20 лет после пуска воды по каналу. В качестве расчетных рекомендуются вышеприведенные величины.

5. Из общего фильтрационного расхода 92,2 м³/с в 1 год эксплуатации запроектированный дренаж перехватывает 56,2 м³/с, минует его — 36 м³/с. Через 20 лет из общего фильтрационного расхода 73,5 м³/с полностью невосполнимые потери на фильтрацию составят 17,2 м³/с.

6. Дренаж расположен в непосредственной близости к каналу, что определяет малые сроки промывки грунтов и хорошее качество воды, поступающей в дренажные сооружения. В связи с этим предусмотрена перекачка дренажного стока обратно в канал. На следующей стадии разработки будет, по-видимому, целесообразно путем технико-экономического сопоставления определить долю дренажного стока, которую следует непосредственно использовать для обеспечения нужд тех или иных потребителей без перекатки ее в канал.

Действительные фильтрационные потери из канала составят 17 м³/с или 0,5 км³/год, т. е. 2% от головного водозабора.

7. Предусмотренные дренажные мероприятия снимают вопрос о подтоплении территории. Именно с этой позиции должны рассматриваться прогнозы изменения гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий, изменения растительного покрова и животного мира и др., разработанные для некоторых разделов ТЭО. Названные прогнозы, таким образом, оценивают не то, что будет, а то, что могло бы быть, если бы соответствующие мероприятия не осуществлялись и в этом отношении должны рассматриваться, как обоснование необходимости этих мероприятий.

При оценке влияния канала на прилегающую территорию следует учитывать также и то, что ряд отраслей народного хозяйства и, прежде всего, сельское хозяйство, в зоне канала получит значительное развитие. В сельском хозяйстве развитие будет идти по линии расширения орошаемого земледелия. Современные же оросительные системы на таких землях, как прилегающие к каналу, обязательно предусматривают двухстороннее регулирование водного режима почв, т. е. имеют в своем составе как оросительную, так и коллекторно-дренажную систему. Последняя, без ее существенного утяжеления, воспримет на себя дополнительную нагрузку от главного канала переброски в случае, если таковая возникнет (расчеты ВНИИ ВОДГЕО таких нагрузок не выявили).

Потери воды на испарение из Главного канала переброски и Тегизского водохранилища определялись по обычному методу с использованием соответствующих метеорологических данных дифференцированных по длине канала.

Потери на испарение по участкам канала, полученные в результате расчета, составляют, км³/год:

канал: Тобольский гидроузел — Тегизское водохранилище — 0,15

	Тегизское водохранилище	— 0,57
канал:	Тегизское водохранилище — Амударья	— 0,13
	Итого:	— 0,85

Вместе с потерями на фильтрацию общие потери по Главному Сибаральскому каналу составят 1,4 км³/год или 5,6% от головного водозабора.

При расчетах распределения перебрасываемого стока величина потерь из канала в запас увеличена на 1,1 км³/год, т. е. принята равной 2,5 км³/год.

Полоса отчуждения и ее благоустройство. Главный канал переброски и сопутствующие ему сооружения займут определенную полосу территории. На последней разместятся: канал первой очереди, резервная полоса для возможного расширения канала в перспективе, отвалы грунта на участках с преобладанием выемки, резервы на участках с преобладанием насыпи, придамбовые и отсечные дрены, грунтовые (тракторные) дороги по обе стороны канала, магистральная автодорога, линия электропередачи, линия связи, лесополосы и полоса земли для временного складирования слоя почвы, снимаемого перед выполнением земляных работ и используемого для рекультивации отвалов и резервов.

Ширина полосы отчуждения от 1350 м до 1900 м, в зависимости от профиля: канал в выемке, в полувыемке — полунасыпи и в насыпи.

Ширина полосы отчуждения при прохождении канала вблизи населенных пунктов в целях сокращения сноса ценных строений может существенно сокращаться за счет выноса некоторых ее элементов в обход пункта, применения продольной возки грунта и др.

В целях предотвращения водной и ветровой эррозии грунтов, частичного заноса сечения канала песком и для благоустройства полосы отчуждения разработаны мероприятия по ее озеленению. Состав этих мероприятий дифференцирован для природно-климатических зон. В составе мероприятий — создание лесополос, лесопосадки и залужение. Лесополосы ограничивают полосу отчуждения и создаются на всей длине канала, но с концентрацией основных площадей в северной части в лесной и лесостепной зонах. Залужение предусмотрено за исключением Тюменской и части Курганской областей на всем протяжении канала.

Состав пород деревьев и травосмесей подобран с учетом почвенно-мелиоративных условий и природно-климатического районирования. В аридной зоне предусмотрено орошение посадок и трав. В целом, по главному каналу переброски под лесные полосы отводится 19,4 тыс. га, под остальные лесопосадки — 24,8 тыс. га и под залужение 10,0 тыс. га.

Прогноз качества воды в канале. Расчеты по изменению качества воды в канале переброски были выполнены Союзгипроводхозом по методике и при непосредственном участии ВНИИ ВОДГЕО.

При прогнозировании учитывались следующие факторы: фильтрация и испарение воды из канала, приток минерализованных грунтовых вод, поверхностный сток, эоловое загрязнение, возвратные воды от орошения, сточные воды населенных пунктов и утечек от маломерного флота.

При рассмотрении материалов ТЭО по этому, чрезвычайно важному, вопросу Госэкспертиза Госплана СССР поручила «разработать прогноз изменения качества водных ресурсов в речных системах Оби и Иртыша, по трассе канала переброски из Тегизского водохранилища в период освоения и эксплуатации канала переброски». В связи с этим Союзгипроводхозом (И. Л. Хосровянц) проведены доработки, которые в несколько сокращенном виде, но достаточно подробно, приводятся в главе 5 настоящей книги «Исследования и прогноз влияния переброски на природные условия».

Гидротехнические сооружения на тракте переброски. Большая протяженность и разнообразие природных и хозяйственных условий по тракту переброски предопределили необходимость создания на нем, для обеспечения его нормального функционирования, комплекса разнообразных гидротехнических сооружений.

По типам и назначению они могут быть подразделены на следующие группы:

— гидроузлы на реках;
— сооружения на пересечениях с водотоками;
— перегораживающие сооружения;
— сбросы из канала;
— водовыпуски в магистральные каналы;
— мосты на железных и автомобильных дорогах;
— Тегизское водохранилище;
— прочие сооружения.

Ниже дается краткое описание технических параметров основных из этих сооружений. Объемы основных работ и другие технико-экономические показатели по ним включены в приведенные выше данные по участкам тракта переброски (таблицы 4.1—4.4).

Гидроузлы на реках. К этому виду гидротехнических сооружений относятся гидроузлы на Иртыше: Тобольский, Новый, Цингалинский, Самаровский и на Конде — урочище «Зимняя Пушта». Пушта».

Тобольский гидроузел относится ко всем вариантам головного участка тракта. Гидроузлы Новый, Цингалинский и Самаровский — к варианту «Анти-Иртыш», гидроузел на Конде — к варианту канала по левому берегу Нижнего Иртыша.

Четыре гидроузла на Иртыше однотипны и, как уже указывалось, предназначены для создания в меженный период каскада сопряженных подпертых бьефов, по которым производится подкачка воды из Оби вверх по данному участку реки. Гидроузлы низконапорные с НПУ, лежащими в пределах естественного русла реки без выхода воды на пойму. Паводковые расходы пропуска-

ются при полном открытии сбросных отверстий и выравненных бьефах без существенных подпоров против бытовых горизонтов в «свободной» реке.

В состав каждого гидроузла входят: глухая земляная плотина, водосбросная щитовая плотина, однониточный судоходный шлюз размером 300×37×5,5 м и насосная станция. Последняя для вариантов канала по левому берегу Нижнего Иртыша из состава Тобольского гидроузла исключается.

Некоторые характеристики гидроузлов на Иртыше приводятся в таблице 4.7.

Таблица 4.7

Наименование гидроузлов	Отметки, м		Водосбросная плотина			Земляная плотина	
	НПУ	Гребня плотины	Расчет расхода обесп., 0,01% м³/с	Число отверстий, шт	Ширина в свету одного отв., м	Длина, м	Максимальная высота, м
Тобольский	38,0	48,7	17000	18	20	12500	24
Новый	36,0	46,0	17000	18	20	12500	22
Цингалинский	29,0	36,4	20700	20	20	5500	24
Самаровский	22,0	32,0	22800	24	20	20500	27

Для гидроузлов на Иртыше разработан вариант с отказом от полного перекрытия реки глухой земляной плотиной. Вариант исходит из особенности функций гидроузлов: поддерживать необходимые уровни воды в реке в меженный период и пропускать паводок без нарушения естественного уровенного режима. Поскольку в естественных условиях высокие паводки проходят не только по руслу реки, но и по ее пойме, гидроузлы по данному варианту сохраняют эту особенность и перекрывают только русло реки, оставляя свободной пойму. Такая островная и полуостровная компоновка гидроузлов по идее дает возможность получить более экономичное решение в основном за счет исключения глухой земляной плотины на пойме.

Нестандартность такого решения вызвала необходимость модельных исследований. Первый цикл исследований не позволил дать однозначные рекомендации по компоновке гидроузлов и, в частности, по защите сооружений от обхода рекой. В результате эта защита (в виде продольных дамб с соответствующим их креплением) существенно утяжелила гидроузлы и сделала их по технико-экономическим показателям близкими к традиционному решению с полным перекрытием реки, которое и принято в качестве основного варианта.

Гидроузел на р. Конде обеспечивает переход через эту реку канала по варианту трассирования его по левому берегу Нижнего Иртыша.

Гидроузел расположен вблизи урочища «Зимняя Пушта» и состоит из водосброса на расход 1670 м³/с, земляной плотины, переходящей в левую дамбу канала, и судоходного шлюза, обеспечивающего судоходность на р. Конде. НПУ гидроузла (33,3 м) соответствует нормальному уровню воды в канале, отвечающему расходу 1150 м³/с. При пропуске паводков редкой повторяемости происходит подъем горизонтов воды максимум на 3,6 м против НПУ. Дамбы канала вниз от гидроузла до второй насосной станции повышаются на соответствующую величину, а распространению подпоров по каналу вверх от гидроузла препятствует перегораживающее сооружение, устраиваемое на канале вблизи гидроузла.

Сооружения на пересечениях с водотоками. Левобережный иртышский канал и Главный канал переброски пересекают соответственно 40 и 324 постоянно и временно действующих водотоков, величина расчетных расходов 0,01% обеспеченности которых колеблется от 1—3 м³/с до 2560 м³/с.

Наиболее крупные водотоки по трассам каналов приведены в таблице 4.8.

При выборе типа водопропускного сооружения на пересечении канала с водотоком учитывалось, что Левобережный иртышский канал не судоходен, а Главный канал переброски судоходен на всем своем протяжении.

Пересечения с каналами решены путем пропуска паводкового расхода водотока под каналом с помощью дюкера или трубы, сброса воды в канал и создания низконапорного гидроузла на водотоке (гидроузел на р. Конде, о котором рассказано выше).

В целях сокращения количества сооружений расходы по некоторым водотокам, расположенным на небольшом расстоянии друг от друга, объединялись путем устройства соединительных каналов и перегораживающих плотин высотой 5—12 м для пропуска через одно сооружение.

Дюкеры и трубы состоят из входного оголовка, водопроводящей трубы и выходного оголовка. Трубы прямоугольные, многоочковые. Минимальное сечение трубы 2×2 м, максимальные 5×5 (25) и 6×6 (36). Толщина стенок труб от 50 до 150 см, в зависимости от высоты засыпки и размеров отверстий. Трубы по длине разбиты на секции по 20 м.

Сбросы в канал предусмотрены на тех водотоках, у которых уровни воды при прохождении расчетных паводковых расходов выше уровня воды в канале. В канал сбрасываются незарегулированные расходы водотоков до 200 м³/с. Конструкция сбросов принята в соответствии с типом канала. Для канала, проходящего в глубокой выемке, сбросы запроектированы с трубчатым воротниковым оголовком, а для каналов, проходящих в полувыем-

Таблица 4.8

Наименование водотока	Расход 0,01% обеспеченности, м³/с
По трассе левобережного Иртышского канала	
р. Конда	1670
р. Носки	415
р. Алымка	410
р. Катым	190
По трассе Главного канала переброски	
р. Тургай	2560
р. Иргиз	2520
р. Сырдарья	1800
р. Суерь	1082
р. Улькаяк	815
р. Убаган	773
р. Ук	754
р. Теке	688
р. Тап	598
р. Алабуга	510
р. Ашибой	500
р. Ащису	369
р. Жанадарья	326
р. Юрга	288
р. Нижняя Алабуга	267
р. Бочанки	260
Балка Тайсай	255
р. Желанда	238
овраг Кантасай	225
Средний Утяк	222
овраг Каиб	218

ке и полунасыпи, входной оголовок принят с обратными стенками и с мостом. За входным оголовком располагается открытый быстроток, заглубленный во внутренний откос канала.

В общей сложности, на левобережном Иртышском канале и главном канале переброски предусмотрено устройство соответственно — 9 и 106 впусков в канал, 4 и 123 труб и дюкеров под каналом.

Учитывая значительные трудности строительства труб и дюкеров, особенно в северной части тракта переброски, где глубокие котлованы под эти сооружения придется открывать преимущественно в слабых и обводненных практически с поверхности грунтах, разработан вариант с максимальной заменой труб и дюкеров на впуски в канал и сбросы из него.

В варианте допущено кратковременное повышение уровня воды в канале на 2 м против нормального (из 3 м запаса), а также затопление некоторой территории по долинам водотоков, пересекающихся с каналом переброски, в том числе и постоянное (на отметках нормального уровня воды в канале).

При таком варианте число дюкеров и труб сокращается на левобережном Иртышском канале на 4 шт. и на главном канале переброски на 98 шт., т. е. на первом дюкере исключаются полностью, а на втором их остается только 25 шт.

Для сброса из канала избыточного стока используется как аварийный сброс, так и 8 дополнительных сбросов, предусматриваемых специально для данного варианта. По размерам возможных водоприемников три сброса имеют расчетные расходы по 40 м³/с, пять — по 170 м³/с.

Вариант обеспечивает сокращение объема бетона и железобетона в сооружениях приблизительно на 2,4 млн. м³ (при общем его объеме 14,4—16,9 млн. м³), т. е. в этом отношении вариант обладает заметным преимуществом.

Однако, на следующей стадии разработки должен быть более детально исследован вопрос о возможном увеличении скорости воды в канале на участках дополнительного поступления ее из пересекаемых водотоков.

Перегораживающие сооружения на каналах. Назначение перегораживающих сооружений:

— создание необходимого подпора на канале с целью снижения скорости воды в нем в период ледостава;

— отключение отдельных участков канала в случае возникновения на них аварийных ситуаций и исключение возможности опорожнения или переполнения канала в этот период на других участках.

На всем тракте переброски предусмотрено 13 перегораживающих сооружений, из них: одно на левобережном иртышском канале и 12 на головном канале переброски. Сооружения располагаются через 110—155 км на участках с малыми уклонами и через 77—110 км на участках с большими уклонами.

Типовые перегораживающие сооружения на судоходном в будущем Главном канале переброски представляют собой открытую щитовую конструкцию, состоящую из двух водопропускных отверстий шириной по 20 м и двух судоходных пролетов по 60 м. Отметка порога водопропускных отверстий принята на отметке дна канала, а судоходных пролетов на 5,5 м ниже минимального уровня в канале в соответствии с требованиями судоходства.

Перегораживающее сооружение на левобережном иртышском канале судоходных отверстий не имеет, так как этот канал не судоходен.

Сбросы из канала. Основное назначение сбросов полное или частичное опорожнение и отвод воды из отсеков каналов при аварийных ситуациях, а также сброс паводковых вод, принимаемых в канал водотоков.

На левобережном иртышском канале аварийный сброс воды обеспечивается через гидроузел на р. Конде и концевой сброс в верхний бьеф Тобольского гидроузла. Поэтому на этом канале специальных аварийных сбросов не предусмотрено. На Главном Сибаральском канале запроектировано 11 аварийных сбросов между перегораживающими сооружениями, приуроченных к понижениям местности. Кроме этих сооружений роль аварийного сброса выполняют концевые сбросы в Тегизское водохранилище, Сырдарью и Амударью.

Расчетный расход аварийного сброса — 500 м³/с, напор переменный от 15,0 до 1,0 м. Конструкция сброса трубчатая. Сооружение состоит из трех пролетов 8×8 м, обслуживание затворов производится индивидуальными подъемниками.

Водовыпуски в магистральные каналы. Из Главного Сибаральского канала предусмотрено устройство ряда водовыпусков в магистральные каналы.

Сооружения в головах магистральных каналов имеют следующие назначения:

— защита от проникновения рыбы из Главного канала переброски;

— аварийное отключение участка канала до первой насосной станции на нем.

Таблица 4.9

Наименование водовыпусков магистральных каналов	Километраж канала, км	Максимальный расход, м³/с
1. Тюменский	250	2,0
2. Курганский	382	11,1
3. Троицкий	525	59,6
4. Кокчетавский	580	27,6
5. Кустанайский-I	792	59,9
6. Кустанайский-II	823	41,3
7. Тургайский	1165	31,6
8. Актюбинский	1248	12,1
9. Сырдарьинский	1630,5	523
10. Тюямуюнский	2150	198

Основой головного сооружения является конический многосекционный рыбозаградитель, оборудованный дополнительными пазами для установки аварийных затворов. Установка затворов и обслуживание механических устройств рыбозаградителя производится козловым краном.

Наименование водовыпусков магистральных, каналов, их местоположение на главном канале и расчетный расход приводятся в табл. 4.9.

Мосты на железных и автомобильных дорогах. Главный канал переброски на своем пути следования пересекает ряд существующих автомобильных и железных дорог различной категории. Для сохранения движения по этим дорогам на канале устраиваются мостовые переходы. На автомобильных дорогах IV и V технической категории предусмотрены паромные переправы через канал.

Железнодорожных мостов на Главном канале шесть, см. табл. 4.10.

Таблица 4.10

Наименование пересекаемых железных дорог	Километр по трассе канала	Категория ж. д.	Кол-во главных путей
1. Свердловск — Тюмень — Омск	242,4	1	2
2. Обход г. Кургана	376,9	1	2
3. Челябинск — Курган — Омск	391,9	1	3
4. Кустанай — Урицкое — Кокчетав	639,8	1	2
5. Магнитогорск — Кушмурун — Целиноград	752,8	1	2
6. Актюбинск — Кзыл-Орда — Ташкент	1675,8	1	2

Мостов на автомобильных дорогах через канал переброски всего 18, в том числе на дорогах: I категории — 1, II категории — 4, III категории 10 и категорий III—II и IV—II — 5. В соответствии с категориями дорог габариты мостов приняты Г — 10 и Г — 11,5.

Подмостовые габариты как железнодорожных, так и автодорожных мостов запроектированы с учетом будущего судоходства по Главному каналу переброски. Для определения долевого участия водного транспорта в затратах на строительство мостов, рассмотрен вариант последних при уменьшенных просветах.

Тегизское водохранилище. Для перерегулирования равномерного расхода главного канала переброски в соответствии с графиком водопотребления на подходе к р. Сырдарье предусматривается наливное Тегизское водохранилище. Водохранилище создается в естественном понижении местности полезной емкостью 5,4 км^3. Отметка НПУ водохранилища 99,4 м, отметка УМО — 86,8 м.

В состав сооружений Тегизского водохранилища входят: земляная ограждающая плотина, земляная отсечная дамба, узел сооружений на Главном канале переброски со сбросом в водохранилище и сопрягающим сооружением, и водовыпуск из водохранилища с отводящим каналом, включающимся в Главный канал.

Земляная плотина выполняется из местных грунтов с отметкой гребня 106 м. Длина плотины по гребню 26 км, максимальная высота 33 м. Верховой откос крепится монолитными железобетонными плитами.

Земляная отсечная дамба длиной по гребню 22 км и максимальной высотой 39 м в конструктивном отношении решена аналогично плотине.

Узел сооружений расположен на 1374 км, где Главный канал переброски пересекает Тегизскую впадину. Сооружение служит для забора воды из канала и сброса ее в Тегизское водохранилище и для сопряжения уровней Главного канала переброски, меняющего в этом месте высотное положение.

Сопрягающее сооружение решено по типу водосливной плотины практического профиля с тремя пролетами по 12 м. Водосбросные пролеты оборудованы индивидуальными подъемниками гидравлического действия, осуществляющие маневрирование рабочими затворами. В состав сопрягающего сооружения может быть, при необходимости, включен судоходный шлюз с габаритами камеры 300×37×5 м, с максимальным напором 20 м.

Водосбросное сооружение в Тегизском водохранилище открытого типа с забральной балкой имеет 6 пролетов по 5×5 м, отметка порога 90,0 м, максимальный сбросной расход 650 м³/с, работает в диапазоне напоров от 10,6 до 0,3 м.

Водозаборное сооружение из Тегизского водохранилища на максимальный расход 620 м³/с работает в диапазоне напоров от 16,4 до 0,5 м. Водозаборное сооружение открытого типа с забральной балкой состоит из 8 пролетов по 5×5 м, с отметкой порога 82,0 м.

Подводящий и отводящий каналы имеют сечения аналогичные главному каналу переброски.

Насосные станции на тракте переброски. Для обеспечения заданных объемов и режимов перекачки Иртышской и Обской воды с головным расходом главного канала переброски 1-й очереди у тобольского створа Q=1150 м³/с и дальнейшей подачей вод сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан в ТЭО намечено строительство ряда крупнейших в СССР насосных станций.

Основные суммарные показатели по установленной мощности и потребляемой электроэнергии для наиболее вероятного сочетания рассмотренных вариантов приведены выше в табл. 4.4.

По своим компоновочным решениям насосные станции, запроектированные на тракте переброски, можно разделить на две группы: насосные станции, входящие в состав речных гидроузлов, и насосные станции на канале.

Насосные станции речных гидроузлов — низконапорные, включены в напорный фронт гидроузлов.

На станциях предусмотрена установка двух групп насосов, как освоенных нашей промышленностью, так и перспективных. В связи с тем, что принятый набор оборудования насосов первой и второй групп имеет существенные конструктивные различия, то при компоновке зданий насосных станций насосы указанных групп установлены в отдельных агрегатных блоках, объединенных между собой монтажной площадкой.

Сопряжение здания насосной станции с подводящим и отводящим каналами осуществляется с помощью подпорных стенок сборномонолитной ячеистой конструкции.

Так как здания насосных станций включены в напорный фронт гидроузлов, то особое внимание было обращено на противофильтрационные мероприятия.

Для уменьшения боковой фильтрации предусмотрены специальные стенки-диафрагмы, выполненные из ячеистых сборно-монолитных конструкций. По всему фронту предусмотрено устройство шпунтовой завесы глубиной 12—15 м. За пределами здания насосной станции шпунтовая стенка продолжена на 20—25 м в каждую сторону. Кроме того, шпунтовая завеса выполнена под береговыми устьями со стороны верхнего бьефа в пределах бетонного крепления.

Для гашения после шпунта остаточного напора в основании зданий НС предусмотрено устройство разгрузочного пластового дренажа, соединенного с нижним бьефом. Насосные станции на главном канале переброски по принятому типу насосного оборудования можно разделить на 4 основных группы: насосные станции с применением горизонтальных осевых поворотно-лопастных насосов типа «ОК», насосные станции с применением вертикальных осевых поворотно-лопастных насосов типа «ОПс», насосные станции с применением вертикальных диагональных поворотно-лопастных насосов типа «ДПс» и насосные станции с применением освоенных промышленностью насосов типа ОПВ-260.

Все компоновочные решения по размещению сооружений гидротехнического узла приняты однотипными. По оси главного канала намечено строительство судоходного шлюза со всем комплексом подходных сооружений. Здание насосной станции 1-й очереди располагается слева от шлюза по течению воды. Через все основные сооружения гидроузлов предусмотрено устройство сквозного проезда автотранспорта, мостовые переходы приняты по ширине проезжей части 7,5 метров. В состав узла сооружений насосной станции входят: участки подводящего и отводящего каналов до их объединения с главным каналом переброски, здание насосной станции, совмещенное с водозабором, аванкамера, сопрягающие сооружения нижнего и верхнего бьефов, напорные трубопроводы и отдельно стоящие водовыпускные сооружения (для отдельных типов насосных станций).

На насосных станциях с вертикальными насосами типа ОПс и ДПс проектируются насосные агрегаты с единичной подачей 125 м³/с, на насосных станциях с насосами типа «ОК» насосные агрегаты с единичной подачей 200 м³/с.

Форсированный режим работы насосных станций предусматривает увеличение расчетной подачи на 15% и осуществляется за счет разворота лопастей, установленных на насосных станциях поворотно-лопастных насосов.

Для насосных станций на тракте переброски в основном принято перспективное насосное оборудование, параметры и конструктивные размеры которого предложены институтом ВНИИГидромаш.

Для напоров 6—11 м предпочтение отдано горизонтальным капсульным агрегатам.

Капсульная схема для единичных подач насосов 200 м³/с наилучшим образом обеспечивает высокие энергетические показатели насосов, при меньших габаритах машины. В этом убеждает опыт применения капсульных гидротурбин на Киевской, Череповецкой, Каневской и Саратовской ГЭС.

Зона напоров 11—18 м покрывается осевыми поворотно-лопастными насосами в вертикальном исполнении со спиральным отводом.

Для осевых насосов типа «ОПс» используется бетонная спиральная камера трапецеидального сечения. Скорость в выходном сечении спиральной камеры допускается 3,5 м³/с. Форма сечения выбрана такой, чтобы обеспечить минимальные размеры спирали в плане.

На напоры 18+28 и 28+42 м рекомендованы поворотно-лопастные диагональные насосы с углом наклона лопастей рабочего колеса 45°+30° и спиральным отводом.

На основе анализа тенденций мирового гидромашиностроения и требований, предъявляемых к насосам для установки на насосных станциях переброски, институт ВНИИГидромаш в 1975 году разработал, предварительное поле Q—H насосов, необходимых для переброски стока сибирских рек в бассейн Аральского моря.

Для успешного решения проблемы переброски вод сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана необходимо особое внимание обратить на создание новых типов насосов, приводных электродвигателей и пуско-регулирующей аппаратуры, обеспечивающих решение этой проблемы.

ЦК КПСС и Совет Министров СССР постановлением от 21 декабря 1978 г. № 1048 поручили Министерству химического и нефтяного машиностроения и Министерству электротехнической промышленности, по согласованию с Минводхозом СССР, обеспечить разработку в 1979—1983 гг. проектно-технической документации на изготовление насосно-силового и вспомогательного оборудования, необходимого для осуществления переброски части стока се-

верных рек в бассейн реки Волги и сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана.

Внешнее электроснабжение. В энергетическом отношении трасса Главного канала находится в зоне влияния трех объединенных энергосистем (ОЭС): Урала, Северного Казахстана и Средней Азии. Нагрузки 1 очереди переброски по варианту головного участка — канал по левому берегу Н. Иртыша приводятся в табл. 4.11.

Таблица 4.11

МВт

Наименование ОЭС	Лето	Зима	Форсиров. режим
Урал	1184	711	1376
Северный Казахстан	411	192	480
Средняя Азия	85	103	119
Итого:	1680	1006	1975

Максимальная нагрузка переброски приходится на летний период, когда во всех энергосистемах происходит снижение электрических нагрузок. Исходя из этого, институт Энергосетьпроект считает, что нагрузка переброски покрывается ОЭС Урала и ОЭС Средней Азии в течение всего года (кроме осенне-зимнего максимума) от электростанций, сооружение которых требуется независимо от потребности переброски. Для покрытия осенне-зимнего максимума требуется строительство новых станций. В ОЭС Казахстана летняя нагрузка, так же как и зимняя, должна быть обеспечена сооружением новых электростанций для переброски.

Суммарная потребная установленная мощность электростанций составляет 1545 МВт: в ОЭС Урала 913 МВт, в ОЭС Северного Казахстана 500 МВт и в ОЭС Средней Азии 132 МВт.

Институтом Энергосетьпроект рекомендованы опорные пункты, от которых будет осуществляться электроснабжение объектов 1 очереди переброски:

— по ОЭС Урала: по 500 кВ Демьянское, Магистральное, Тобольское, Тюмень и Курган;

— по ОЭС Северного Казахстана: по 1150/500 кВ Кустанайское и по 500 кВ Есиль и Джезказган;

— по ОЭС Средней Азии: по 500/220 кВ Хива.

Организация и механизация строительных работ по главному Сибаральскому каналу выполнена детально для двух вариантов головного питания с подачей обской воды в р. Иртыш к створу Тобольского гидроузла: по Левобережному иртышскому

каналу и по системе подпорных гидроузлов на Нижнем Иртыше (Анти-Иртыш).

Для главного канала эти вопросы рассмотрены применительно к трассе правобережного тобольского варианта.

Основные объемные и некоторые другие показатели объектов первой очереди переброски по рассмотренным вариантам инженерных решений, а также потребность в основных материалах, изделиях и полуфабрикатах приведены в табл. 4.12.

Таблица 4.12

Основные показатели объемов строительных работ и потребности в материалах комплекса объектов переброски

Наименование	Варианты головного питания Белогорье—Тобольск		Главный канал переброски Тобольск—Амударья и канал МК-6	Весь тракт переброски Белогорье—Амударья, включая МК-6	
	Левобережный иртышский канал	Анти—Иртыш		с Левобережным иртышским каналом	с Анти—Иртышом
Земляные работы:					
выемка, млрд. м³	0,89	0,14	4,84	5,23	4,48
насыпь, млрд. м³	0,06	0,06	0,94	1,00	1,00
Бетон и железобетон, млн. м³	2,08	4,16	16,76	18,84	20,86
в т. ч. на реках, каналах, млн. м³	2,08	4,16	9,56	11,64	13,72
Гидромеханическое оборудование и металлоконструкции, тыс. т	72,7	57,6	829,5	902,2	884,2
Гидроэнергетическое оборудование, тыс. т	20,2	21,3	67,6	87,8	88,9
Основные материалы и конструкции:					
арматура, млн. т	0,11	0,23	1,21	1,34	1,44
цемент, млн. т	0,62	1,25	5,38	6,02	6,63
сборный железобетон, млн. м³	0,14	0,31	4,94	5,08	5,25
щебень, млн. м³	2,32	4,32	22,76	25,14	27,08
камень, млн. м³	2,51	3,16	3,06	5,58	6,22
песок, млн. м³	1,27	2,24	17,49	18,80	19,73
пиломатериалы, млн. м³	0,05	0,09	0,97	1,04	1,06

Производство работ. Трассы Главного и Левобережного иртышского каналов на всем протяжении проходят в мягких грунтах (пески, супеси, суглинки и глины). Горизонты грунтовых вод залегают на глубинах от 1 до 2—3 м от поверхности земли по трассе левобережного иртышского канала и на первых 340 км трассы главного канала переброски, от 2 до 6 м на участке от

340 до 760 км главного канала и от 5 до 7 м на его участке от 760 км до 1050 км.

На остальной части трассы главного канала грунтовые воды имеют спорадическое распространение.

При разработке схем механизации земляных работ на обоих каналах были рассмотрены сухоройный, гидромеханизированный и взрывной способы и намечены участки их применения.

В составе сухоройного и гидромеханизированного способов рассмотрены три варианта применения техники:

— вариант применения только мощной современной отечественной техники;

— вариант применения мощной современной и реально перспективной отечественной техники;

— вариант применения современной и перспективной зарубежной техники. Применение зарубежной техники в этом варианте рассмотрены как дополнение к отечественному оборудованию на отдельных участках каналов.

В ТЭО рекомендован вариант использования наиболее мощной существующей и реально перспективной отечественной техники со следующим ее составом:

— самоходные скреперы емкостью 8, 15, 25 м^3, причем, основные объемы намечены на скреперы 8 и 15 м^3;

— прицепные скреперы емкостью 8, 15 и 25 м^3;

— бульдозеры на гусеничных тракторах мощн. 130—180, 300 и 330 л. с., с выполнением значительных объемов бульдозерами мощностью 300 и 330 л. с.;

— шагающие драглайны типа ЭШ-6/45М, ЭШ-10/70А и ЭШ-15/90А с емкостью ковша 6, 10 и 15 м^3;

— экскаваторы с прямой лопатой типа ЭКГ-4, 6Б с автосамосвалами и землевозами;

— роторные комплексы непрерывного действия производительностью 5000 м^3/ч с передаточными мостами и отвалообразователями;

— земснаряды производительностью по грунту 350—1000 м^3/ч.

Результаты технико-экономических расчетов и учет реальной возможности поставок на строительство землеройной техники определили следующие основные схемы механизации на каналах тракта переброски:

а) Главный канал переброски:

на участках км 0 — км 340 и км 2158 — км 2229,8 — устройство выемки намечено гидромеханизированным способом;

на участке км 340 — км 1050 — устройство выемки до уровня грунтовых вод намечено прицепными скреперами, ниже в основном экскаваторами ЭКГ-4,6б на транспорт (км 340 — км 580 и км 760 — км 1050) и шагающими драглайнами км 580 — км 760;

на участке км 1050 — км 1487 — верхняя часть выемки до бермы — прицепными скреперами, остальная часть ЭКГ-4,6Б и Э-2503 на транспорт;

на участке км 1487 — км 2158 — в основном скреперно-бульдозерными комплексами.

б) Левобережный Иртышский канал:

Разработка выемки по всей трассе канала намечена гидромеханизированным способом с применением взрывных работ с целью прокладки пионерной траншеи для землесосов.

В принятых схемах механизации главного канала определилось следующее распределение объемов выемки по ведущим машинам:

экскаваторы — 24%, в том числе ЭКГ-4,6Б с автомобилями землевозами — 12,5%, шагающие — 11,5%;

скреперы — 27%, в том числе: прицепные емкостью ковша 8—25 м³ 21%; самоходные емкостью ковша 8—25 м³ — 6%;

бульдозеры на гусеничных тракторах мощностью 130—330 л. с. — 35%;

земснаряды—производительностью по грунту 350—1000 м³/ч—12%;

прочие машины — 2%.

В ТЭО, наряду с сухоройными и гидромеханизированными способами, рассмотрен взрывной способ устройства выемки канала на участке глубокой выемки (км 779 — км 1043), на котором профильные объемы выемки составляют 577 млн. м³ или около 15% от общего объема выемки главного канала. Для ведения взрывных работ здесь необходимо около 2,17 млн. т игданита, что при 7-летнем сроке работ на этом участке составит около 460 тыс. т в пиковые годы. Было произведено сопоставление сухоройного и взрывного способа по приведенным затратам, которое показало, что взрывной способ практически равноценен с сухоройным.

Вместе с тем, имеются опасения относительно устойчивости откосов канала при глубине выемки больше 15 м, выполненной взрывом на выброс. Это обстоятельство требует предварительного проведения экспериментальной проверки на следующей стадии проектирования. Общая потребность в основной строительной технике для реализации проекта переброски приведена в табл. 4.13.

Организация строительства. В ТЭО в увязке с обеспечением в процессе строительства ввода объектов по пусковым комплексам продолжительность строительства переброски намечена в 15 лет.

В состав мероприятий первого пускового комплекса включены объекты строительства, обеспечивающие водоподачу от Тобольского водораспределительного гидроузла на р. Иртыше до р. Сырдарьи и по левому иртышскому каналу от р. Конды до Тобольского гидроузла на р. Иртыше при общем сроке строительства не более 10 лет.

В состав мероприятий второго пускового комплекса входят объекты строительства, обеспечивающие водоподачу из р. Оби к Тобольскому водораспределительному гидроузлу и от р. Сырдарьи до р. Амударьи — на 14 лет. В течение двух последних лет на-

Таблица 4.13

Суммарная потребность поставки основных строительных машин по годам строительства и наличие их в Минводхозе СССР (вариант Левобережный канал), шт.

Наименование машин	Наличие в Минводхозе СССР на 1982 г.	Суммарная потребность	Поставки по годам строительства							
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1. Экскаваторы, всего	22190	1370	100	158	246	335	261	180	70	—
в том числе:										
емкостью ковша 1—3 м³	2730	965	100	150	196	200	162	113	44	—
карьерного типа ЭКГ-4,6Б	50	367	—	—	35	142	90	64	26	—
шагающие	6	48	—	8	15	13	9	3	—	—
2. Скреперы емкостью 8—25 м³	23740	6380	260	480	1728	1350	1270	746	366	80
3. Бульдозеры мощностью 130—330 л. с.	34313	4710	240	420	851	923	671	615	545	445
4. Землесосные снаряды с подачей грунта 350—550 м³/час										
5. Автомобили-самосвалы, всего	60180	5950	300	500	70	1120	1300	1400	630	—
в том числе:										
г/п 8—12 т	21200	3090	125	182	265	820	1060	1285	319	—
г/п 27 т	370	970	—	—	—	168	224	440	138	—
6. Автомобили-землевозы г/п 20 т	—	2700	—	—	180	1305	610	425	180	—

мечается строительство объектов производственного и непроизводственного назначения, обеспечивающих ввод сооружений переброски в постоянную эксплуатацию.

Ввод объектов индустрии, транспортных и энергетических коммуникаций должен быть осуществлен в течение первых 2—5 лет. При этом предприятия производственной базы строительства намечено вводить по очередям с вводом первой очереди после первых 1—1,5 лет от начала их строительства.

По опыту ряда крупных строительств в стране рекомендуется сосредоточить функции заказчика и генподрядчика в Минводхозе СССР.

Учитывая многоцелевое назначение строительства, затрагивающее интересы многих министерств и ведомств страны, значительную величину капитальных вложений и годовой программы работ, в зоне строительства канала рекомендуется создать Главное управление строительством канала переброски «Главсибаралводстрой» с территориальными управлениями строительства. Протяженность участков канала, строительство которых намечено выполнить силами одного территориального управления строительством (строительного района), в зависимости от объема строительно-монтажных работ колеблется от 80 до 400 км, границы зоны влияния управлений увязаны с административными.

В начальный период строительно-монтажные работы рекомендуется проводить силами передвижных механизированных колонн (ПМК) крупных водохозяйственных главков и Минводхозов среднеазиатских республик, а также Минводхоза СССР.

Для выполнения некоторой части специальных строительных и монтажных работ рекомендуется привлечь ряд министерств и ведомств: Минтрансстрой, Минэнерго, Минмонтажспецстрой, Минсвязь, Минтяжстрой, Минпромстрой, Минстрой и др.

Для осуществления строительства комплекса сооружений переброски намечается строительство 5-ти заводов железобетонных изделий общей мощностью 277 тыс. м^3/год, 6-ти заводов крупнопанельного домостроения общей мощностью 720 тыс. м^2/год, 5-ти заводов по изготовлению нестандартизированного оборудования с годовой программой 18,8 млн. руб., завода капитального ремонта строительных и дорожных машин с годовой программой 45 млн. руб., 5-ти заводов керамзитового гравия и песка производительностью 600 тыс. м^3/год, 6-ти карьеров щебня и 8-ми карьеров песка годовой мощностью 7,4 и 4,7 млн. м^3.

Местоположение и мощности этих предприятий определены экономико-математическими расчетами проектного института №2 Госстроя СССР и Союзгипронеруда.

Численность работников строительства, принятая для расчетов мощностей жилищно-гражданского строительства, составляет 90 тыс. человек, для которых требуется строительство жилых домов общей площадью 2210 тыс. м^2. Строительство жилищно-гражданского фонда (кроме вахтенного) предусматривается про-

водить в капитальном исполнении — городского типа с выполнением всего комплекса работ по строительству объектов жилищного, культурно-бытового, коммунального обслуживания и инженерного обеспечения.

В соответствии с вариантными разработками ЦНИИграждансельстроя принято предложение по рациональному размещению жилищно-гражданского фонда строителей канала, учитывающее его максимальное приближение к трассе канала, концентрацию и совмещение с существующими перспективными населенными пунктами, предусмотренными развитием по схемам районной планировки, а также создание поселков из вахтенного фонда для расселения рабочих — строителей на участках строительства, удаленных от мест постоянного проживания в капитальном фонде.

Внешний транспорт. Обеспечение объектов рассматриваемого строительства материалами, оборудованием и механизмами предполагается осуществить железнодорожным, автомобильным транспортом и, частично, водным и воздушным. Распределение основных грузов строительства по видам транспорта приведено в таблице 4.14.

Таблица 4.14

Грузооборот строительства по видам транспорта на весь период строительства

Вид транспорта	Варианты головного питания			
	По Левобережному иртышскому каналу		по Анти—Иртышу	
	грузооборот, млн. т	% к общему объему	грузооборот, млн. т	% к общему объему
Железнодорожный	169	99,4	198	99
Автомобильный	169	99,4	198	99
Речной	0,5	0,3	1,5	0,75
Воздушный	0,5	0,3	0,5	0,25

Железнодорожный транспорт. Основная часть грузов поступает на строительство по железным дорогам. Для приема этих грузов организуются прирельсовые базы. В проекте были рассмотрены несколько вариантов размещения прирельсовых баз и схем транспортных подъездов к ним от сети МПС. Принятые в результате технико-экономических расчетов местоположения баз, их годовой грузооборот и протяженность железнодорожных веток приведены в таблице 4.15.

Автомобильный транспорт. Поступающие на прирельсовые базы строительные грузы, переводятся на строительные площадки автотранспортом. Для обеспечения транспортной связи с потребителями материалов, а также стройплощадок между собой вдоль

Таблица 4.15

Прирельсовые базы строительства

Наименование	Железнодорожные станции примыкания МПС	Грузооборот ветки, млн. т/год	Протяженность железнодорож. ветки, км
Варианты головного питания			
Левобережный Иртышский канал Анти-Иртыш	Выя	1,6	80
	Нелым	2,22	60
	Юность Комсомольская	2,0	25
Главный канал переброски			
	Тобольск	4,14	—
	Грузовая	2,9	4
	Утяк	1,96	3
	Крыловка	0,76	2,5
	Убаган	2,32	4,0
	Тугуз	4,03	65,0
	Аралсульфат	1,52	40
	Энбекши-Казах	2,13	5,0
	Нукус	1,14	96

главного канала переброски, левобережного иртышского канала и МК-6 намечаются автомобильные дороги общей длиной около 2,65 тыс. км. Эти дороги связываются с прирельсовыми базами сетью подъездных автомобильных дорог. После окончания строительства объектов переброски дороги вдоль названных каналов будут использоваться, как эксплуатационные. Учитывая положение трассы главного канала переброски на территории Срединного региона, в ТЭО рассмотрен вариант строительства от г. Тобольска до Амударьи дороги комплексного назначения, которая вместе с обеспечением нужд строительства, могла бы принять на себя перевозку большого объема народнохозяйственных грузов, возникающих в результате освоения земель в зоне канала. Разработка показала, что затраты на такую дорогу (около 1,3 млрд. руб.) значительно превышают средства, обычно выделяемые Минводхозу СССР на строительство дорог, входящих в комплекс водохозяйственного строительства.

Учитывая это обстоятельство, а также то, что по схеме развития сети автомобильных дорог страны строительство такой дороги в обозримой перспективе не намечается, было признано целесообразным в комплекс сооружений переброски включить дорогу только строительного назначения, которая в перспективе при необходимости может быть развита в государственную дорогу.

Возможно еще одно решение, которое рассмотрено как вариант.

Из всей длины магистральной дороги выбраны участки с наибольшей загрузкой строительными грузами (в основном от баз строительства до насосных станций и других крупных сооружений). Общая протяженность таких участков составила 490 км. Дорога от них строится сразу на параметры будущей магистрали. На остальном протяжении канала строится грунтовая дорога, но с постоянными сооружениями на пересечениях с водотоками. Весь этот комплекс подобран так, чтобы затраты на его осуществление не превысили затраты на строительную дорогу (около 335 млн. руб.).

Воздушный и водный транспорт. Намечено использовать как в подготовительный период строительства для заброски пионерных строительных отрядов, техники и материально-технического снабжения, так и в период основного производства для перевозки части грузов. Речной транспорт намечено использовать при строительстве гидроузлов на Нижнем Иртыше в варианте головного питания по Анти-Иртышу и головного узла сооружения в зоне с. Белогорье (в варианте Левобережного Иртышского канала).

Средства воздушного транспорта, обеспечивающие перевозку до 0,5% грузов строительства, должны базироваться на базовых и притрассовых аэродромах и вертолетных площадках.

Стоимость строительства. При определении стоимости объектов переброски были приняты следующие положения:

— структура сводного расчета стоимости принята по аналогии с УПС ГЭС-78 Минэнерго СССР с корректировкой на условия выполнения строительно-монтажных работ подрядными организациями Минводхоза СССР;

— затраты по главе 2 сводного расчета стоимости объектов производственного назначения (раздел А) определены: по всем каналам тракта переброски — прямым счетом по объемам работ, намеченной технологии и единичным расценкам (как действующим общесоюзным, так и специально разработанным для рассматриваемого ТЭО), по гидротехническим сооружениям — прямым счетом по объемам работ и привязанным к местным условиям расценкам УПС ГЭС-78;

— затраты по остальным главам раздела А определены по фактическим объемам и укрупненным показателям стоимости (главы 1, 3—6) по проработкам субподрядных организаций, а также в процентах от стоимости строительно-монтажных работ по главе 2;

— затраты по объектам жилищно-гражданского назначения для размещения строительного контингента основываются на проработках ЦНИИЭПграждансельстроя, учитывающих показатели стоимости типовых проектов, привязанных к местным условиям, а также сложившиеся затраты на жилищно-гражданское строительство в системе Минводхоза СССР;

— затраты на развитие базы строительной индустрии (раздел В) определены проработками проектного института № 2 оГсстроя СССР по типовым проектам и проектам аналогам с привязкой к местным условиям.

В таблице 4.16 приведены стоимостные показатели тракта переброски при различных вариантах головного участка.

Вышеприведенный расчет стоимости строительства не включает в себя затраты по основным сооружениям комплекса, возникающие при использовании главного канала переброски для нужд судоходства.

Общая сумма этих затрат (разделы А и Б) составляет — 1389 млн. руб.

в том числе:

судоходные шлюзы у насосных станций и у регуляторов — 540 млн. руб.

судопропускные отверстия с подходами у перегораживающих сооружений — 220 млн. руб.

увеличение подмостовых габаритов железнодорожных и автодорожных мостов — 167 млн. руб.

крепление откосов отдельных участков канала от судовой волны — 462 млн. руб.

Организация судоходства потребует, кроме того, затрат на строительство портов, причалов, приобретение флота и пр., которые, как и вышеприведенные, ложатся целиком на отрасль.

Проектные материалы и результаты научных исследований были рассмотрены Госэкспертизой Госплана СССР, по рекомендациям Государственной экспертизы Союзгипроводхозом сделан ряд уточнений и проведена доработка проектных решений. Госпланом СССР и Коллегией Госплана СССР 7 июня 1983 г. одобрено заключение Госэкспертизы по ТЭО переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана и рекомендовано Минводхозу СССР приступить к проектированию Главного канала переброски на объем 27,2 км³ воды ежегодно.

Стоимость строительства канала при переброске 27,2 км³ оценена в 13,8 млрд. руб. или 0,51 млрд руб. на 1 км³ воды. Объекты производственного назначения составляют 85% сметной стоимости, жилищное строительство — 8,5% и объекты строительной индустрии — 6,5%. Хозяйственное использование водных ресурсов канала для орошения 4,5 млн. га земель связано с созданием совхозов и животноводческих хозяйств на новых поливных землях. Капитальные вложения на водохозяйственное и сельскохозяйственное строительство и освоение земель оцениваются по действующим нормативам в 18,8 млрд. руб.

Одобрив ТЭО, Госплан СССР поручил Минводхозу СССР: разработать очередность ввода отдельных участков главного Сибаральского канала с тем, чтобы обеспечить подачу воды для части потребителей до завершения строительства в целом;

Общая стоимость, тыс. руб.

Таблица 4.16

1	Варианты головного питания	
	По Левобережному Иртышскому каналу	По Анти—Иртышу
	2	3
I. Объекты основного производственного назначения (раздел А)		
Глава 1. Подготовка территории строительства	227033	220408
Глава 2. Объекты основного производств. назначения, всего	5209637	5034984
В том числе:		
гидроузлы на р. Иртыш (Самаровский, Цингалинский, Новый)	—	895849
Тобольский гидроузел	137083	149693
Левобережный иртышский канал с сооружениями	1083112	—
Итого по головному участку	1220195	1045542
Главный канал переброски (Тобольск — Амударья)	2688409	2688409
Насосные станции (I—IV) на главном канале переброски	377068	377068
Тегизское водохранилище	378548	378548
Сооружения на пересечении главного канала переброски с водотоками, концевые сбросы	343651	343651
Перегораживающие сооружения на главном канале	121776	121776
Отвод на Тюямуюнское водохранилище (МК-6) с сооружениями	79990	79990
Итого по главному каналу переброски с сооружениями	3989442	3989442
Главы 3—12	3915717	3081592
Непредвиденные работы и затраты	731874	723636
Итого по сводному расчету стоимости объектов основного производственного назначения	9352387	9060620
II. Объекты жилищно-гражданского назначения (раздел Б)	623700	595980
Итого разделы А и Б	9976087	9656600
III. Объекты базы строительной индустрии (раздел В)	908060	981362
Всего по сводке расчетов стоимости (разделы А, Б и В)	10884147	10637962

— совместно с Минречфлотом РСФСР разработать предложения об организации судоходства по Главному каналу.

В качестве генеральных подрядчиков для выполнения подготовительных и основных работ по переброске части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана целесообразно (в системе Главсибаралводстроя) определить следующие строительные организации:

— водозаборный канал вдоль р. Иртыша, водозаборный узел на р. Иртыш в районе г. Тобольска — вновь организуемое управление строительства;

— канал от г. Тобольска до 820 км — Главриссовхозстрой;

— канал от 820 км до р. Амударьи — Главсредазирсовхозстрой.

Компенсационные мероприятия при увеличении объема переброски в перспективе. Экспертная подкомиссия ГЭК Госплана СССР в результате рассмотрения «Основных положений» ТЭО справедливо посчитала, что переброска стока не должна повлечь за собой ухудшения современных судоходных условий на Оби.

Подкомиссия пришла к выводу, что в случае увеличения объемов переброски в последующих за первой очередях, следует предусмотреть компенсационные мероприятия, в составе которых могут быть:

а) регулирование стока Оби;

б) привлечение в зону изъятия стока вод Енисея;

в) строительство низконапорных воднотранспортных гидроузлов на Нижней Оби.

В соответствии с поручением Госэкспертизы была выполнена разработка вышеназванных вариантов компенсационных мероприятий, которая поможет в дальнейшем, определить возможность, в случае необходимости, наращивания объемов переброски по принятому Тургайскому направлению в перспективе. Ниже кратко излагаются результаты схематической проработки.

Как указывалось в предыдущей главе, прогнозируемое развитие народного хозяйства в Обь-Иртышском бассейне будет связано с увеличением безвозвратного изъятия воды из рек собственного бассейна, которое к 2010—2020 гг. может достичь величины порядка 35 км^3 воды в год. В сочетании с второй очередью переброски стока на юг суммарное изъятие воды из бассейна достигнет 95 км^3 в год или около 30% от среднемноголетнего стока Оби в последнем створе водозабора в районе г. Белогорье.

Несмотря на относительно небольшую долю водозабора, из-за неблагоприятного внутригодового распределения стока в Оби, при названной величине водозабора в маловодные годы в отдельные месяцы летне-осенне-зимней межени не выдерживаются нормативные попуски по реке ниже Белогорья. Эти попуски должны быть не ниже: навигационный — в V—X месяцах — 6000 м^3/с и санитарный — в XI—IV месяцах — от 3500 до 2300 м^3/с.

Регулирование стока Оби. Годовой сток Оби в створе Белогорье в самом маловодном году достаточен для решения постав-

ленной задачи, из чего вытекает достаточность сезонного регулирования стока.

Регулирование стока Оби рассматривалось, в основном, применительно к двум створам: Нижнетымскому и Нижневартовскому, отличающимся по водохозяйственным признакам величиной контролируемого стока. (Нижнетымский — 164 км³, Нижневартовский — 197 км³ в год).

Расчеты регулирования выполнялись в двух вариантах:

— с максимально возможной равномерностью попусков из водохранилища в течение года в целях обеспечения высоких показателей ГЭС, входящей в состав водохранилищного гидроузла;

— попуски из водохранилища носят компенсационный характер по отношению к створу Белогорье, в котором обеспечиваются нормативные расходы вниз по реке, приведенные выше.

Расчеты показали, что при первом варианте задача не решается при любой емкости водохранилища, а при втором варианте, т. е. при компенсационном режиме попусков, задача решается при полезной емкости водохранилища порядка 40—45 км³. Предпочтение при этом должно отдаваться створам, контролирующим большой сток.

По этому признаку благоприятным является створ Белогорье, где гидроузел совместил бы в себе функции водозабора переброски и водохранилища. Однако, создание здесь водохранилища невозможно, поскольку им затопится ряд городов, нефте-газовых месторождений и др. ценных территорий. По этой причине и выбран Нижневартовский створ, наносящий в этой части относительно меньший ущерб. Учитывая, вместе с тем, что абсолютная величина этого ущерба велика, рассмотрена возможность замены одного Нижневартовского водохранилища рядом более мелких в верхнем течении Оби и на ее притоках, дающих в сумме ту же полезную емкость.

Такое решение при практически равной стоимости строительства не обеспечивает необходимого водохозяйственного эффекта из-за малой величины контролируемого этими водохранилищами стока и невозможности обеспечить компенсационный режим попусков из них по отношению к далеко расположенному створу Белогорья.

Учитывая, что строительство Нижневартовского водохранилища может осуществляться в несколько очередей, разработка выполнена для трех величин полезных емкостей: 10, 25 и 44 км³.

В табл. 4.17 приводятся основные технико-экономические показатели по Нижневартовскому гидроузлу и водохранилищу при трех емкостях.

Сбросное сооружение гидроузла рассчитано на пропуск расхода 45200 м³/с и состоит из 50 отверстий пролетом по 20 м и напором 8 м. В состав гидроузла входит судоходный шлюз с габаритами 290×30×5,5 м.

Таблица 4.17

Показатели	Полезная емкость, км³		
	10	25	44
Отметки, м — НПУ	43,5	46,6	49,4
ГМО	40,0	40,0	40,0
Напор, м	14,5	17,6	20,4
Площадь зеркала, км²	4000	7500	10700
Затапливаются угодья, тыс. га			
— сенокосы и пастбища	210	320	420
— лес и кустарник	120	210	300
— прочие	70	220	350
Длина земляной плотины, км	23,0	24,1	24,9
Объемы основных работ:			
земляные, млн. м³			
в том числе:			
выемка	38,4	39,7	40,6
насыпь	9,9	13,5	20,7
Бетон и железобетон, тыс. м³	1990	2290	2440
Металлоконструкции, тыс. т	24,3	24,7	25,0
Стоимость строительства, млн. руб.			
Глава 2	481	534	586
Глава 13	721	1142	1611
Раздел «А»	1682	2211	2782
Раздел «Б»	106	118	129
Всего:	1788	2329	2911

Рассмотрено в порядке постановки вопроса, еще одно возможное решение поставленной задачи, которое может быть отнесено к регулированию стока Оби.

В 1967 г. Гидропроектом были выполнены проработки по Нижнеобской ГЭС, расположенной в районе г. Салехарда.

Некоторые показатели по этой ГЭС приводятся в табл. 4.18.

Нижнеобским водохранилищем, даже при наименьшем из рассмотренных НПУ-25 м, затапливалось 3200 тыс. га земель, в том числе лугов 1290 тыс. га и оленьих пастбищ 940 тыс. га.

Огромные затопления при невысоких показателях ГЭС явились основной причиной отказа от данного проекта.

Если Нижнеобскую ГЭС рассматривать с точки зрения решения поставленной задачи, т. е. прежде всего обеспечения нормальных условий судоходства по Нижней Оби, то она ее решает при НПУ-15 м. Задачу можно несколько расширить, возложив на эту

Таблица 4.18

	НПУ, м	
	25	30
Полный объем водохранилища, км³	417	656
Площадь зеркала, тыс. км²	40,8	55,5
Максимальный напор, м	24,5	29,5
Установленная мощность, МВт	3850	5080
Выработка электроэнергии, млрд. кВт. ч.	18,9	23,5
Капиталовложения, млн. руб.	3680	400
В том числе водохранилище, млн. руб.	1580	1910

ГЭС обеспечение забора в створе Белогорье 60 км³ воды в год для переброски, без строительства низконапорного водозаборного гидроузла, обязательного при всех других вариантах компенсационных мероприятий. Последняя задача решается при НПУ Нижнеобский ГЭС порядка 20 м. Стоимость строительства при таком НПУ определяется в 3,1—3,3 млрд. рублей. Стоимость Белогорьевского гидроузла, исключаемого при этом варианте, составляет 1,2 млрд. рублей.

Таким образом, при сравнении между собой Нижневартовского и Нижнеобского водохранилищ только по затратам на строительство, предпочтение может быть отдано последнему (2,9+ +1,2=4,1 против 3,3, млрд. руб.).

Крупным недостатком обоих этих решений является затопление больших, в том числе ценных, территорий.

Переброска стока из Енисея в Обь. Этот вариант компенсационных мероприятий с водохозяйственной стороны отличается от предыдущего тем, что при нем за счет привлечения стока извне исключается необходимость строительства водохранилища большой емкости на основном стволе Оби в равнинной части реки.

В качестве тракта переброски выбраны левый приток Енисея р. Кас и правый Оби — р. Кеть, объединяемые каналом, прорезающим водораздел. Водозабор будет осуществляться из проектируемого водохранилища Осиновской ГЭС (рис. 4,6 и рис. 4.7).

Водоподача в Обь, как и в предыдущем варианте, должна иметь компенсационный характер по отношению к створу Белогорье. Такая водоподача, учитывая большую водность Енисея в створе водозабора и наличие в нем водохранилища, в принципе могла бы осуществляться в необходимом режиме без регулирования стока на тракте переброски. Однако, при этом должна быть очень большой производительность насосных станций на енисейском склоне и пропускная способность канала на водоразделе.

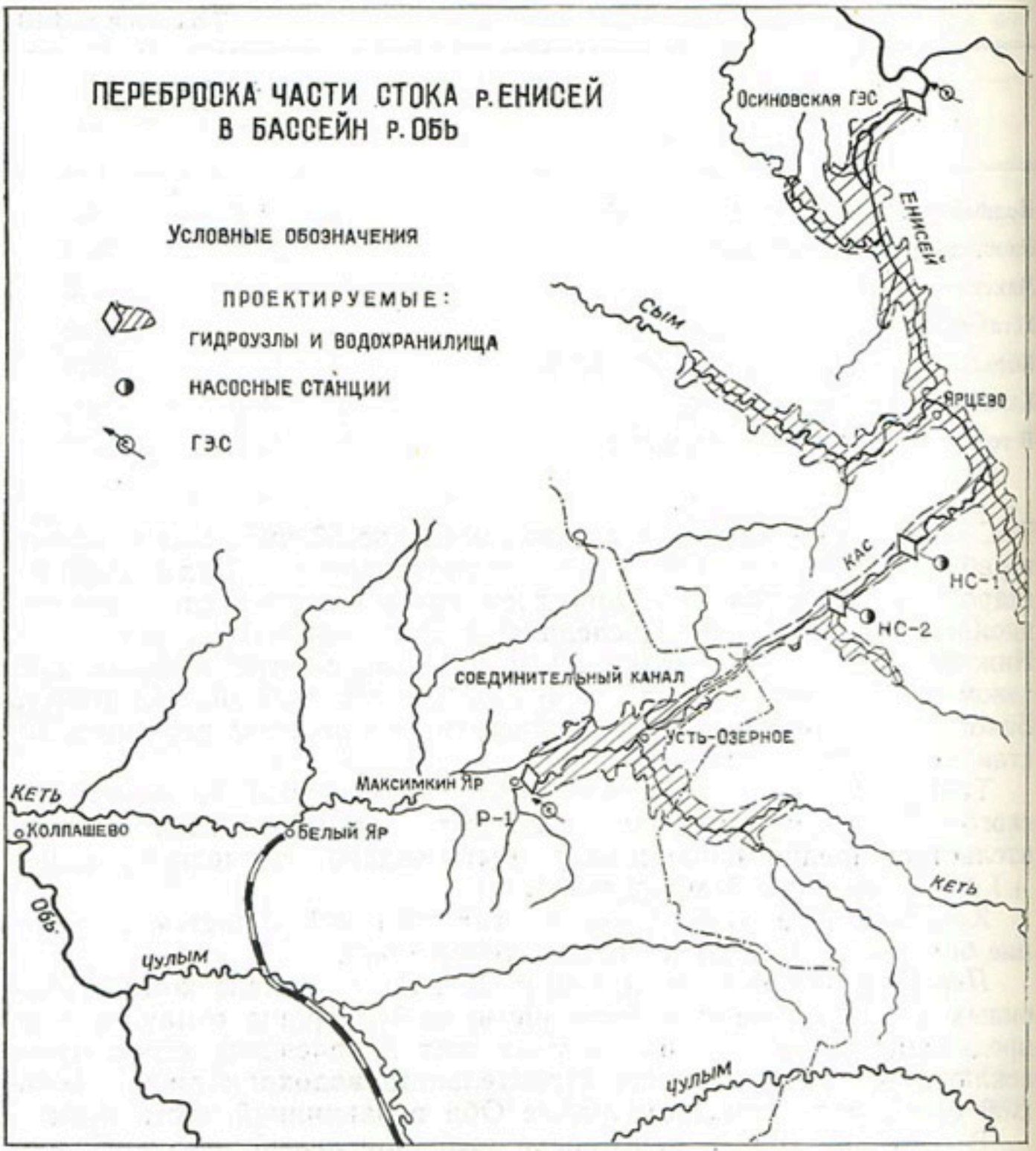
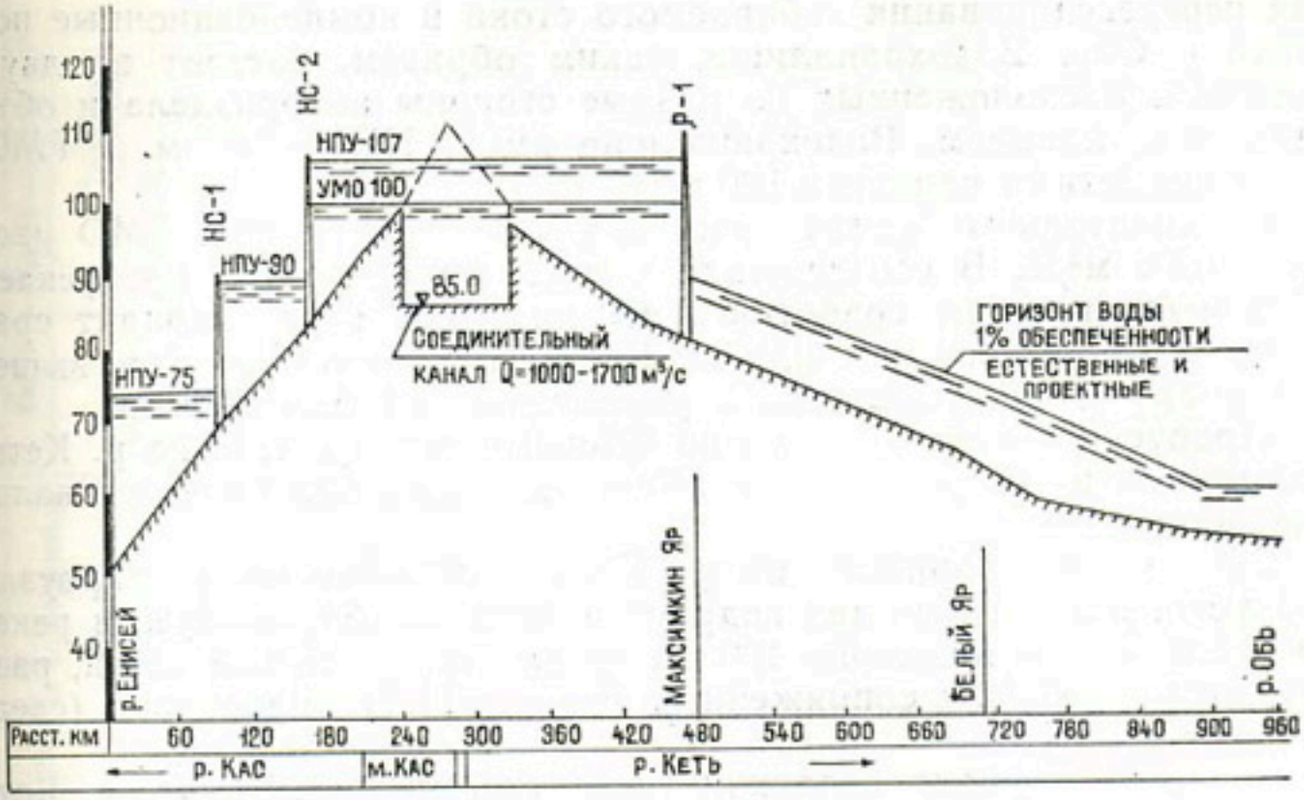


Рис. 4.6

Кроме того, при таком режиме максимальный водозабор приходится на летне-осеннюю межень в Енисее и это нанесет существенный ущерб показателям Осиновской ГЭС и проектируемой ниже ее Игарской ГЭС.

Учитывая недостатки такого решения, принята схема с регулированием забираемого стока на тракте переброски. В окончательном виде эта схема выглядит следующим образом.

Вода из Осиновского водохранилища (НПУ — 75 м, ГМО — 73 м) поднимается в канал, пересекающий водораздел, по р. Кас



ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СООРУЖЕНИЙ ПО ТРАССЕ ПЕРЕБРОСКИ

ВАРИАНТ	НАИМЕНОВАНИЕ	НПУ м	УМО м	ОБЪЕМ ВДХР. КМ³		ПЛОЩАДЬ ЗАТОПЛЕНИЯ ТЫС. ГА		МОЩН. УСТАНОВКИ МВТ	ВЫРАБОТКА МЛРД. КВТ.Ч.	СТОИМОСТЬ МЛН. РУБ.	
				ПОЛНЫЙ	ПОЛЕЗНЫЙ	ВСЕГО	В Т.Ч. ПАШНЯ			ПОЛНАЯ	В Т.Ч. ВДХР И Н.БЬЕФ
I=I	НС-1	90	90	1.55	—	408	0.2	192	0.61	1835 * / 1438 *	430
	НС-2	107	100	3.0	1.8			204	0.58		
	СОЕДИНИТ. КАНАЛ	107	100	—	—			—	—		
	Р-1	107	100	11.2	8.2			140	0.48		

*) БЕЗ ВОДНОТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Рис. 4.7

с помощью двух гидроузлов, создающих каскад сопряженных бьефов. В состав гидроузлов включены однотипные насосные станции производительностью 1000 м³/с каждая с геометрической высотой подъема воды по 17 м, т. е. на общую высоту 34 м.

Первый гидроузел (НС-1) имеет НПУ—90 м без его сработки. Второй гидроузел (НС-2) совместно с гидроузлом (Р-1) на р. Кеть уже на обском склоне, образуют водохранилище, необходимое

для перерегулирования забираемого стока в компенсационные попуски в Обь. Водохранилище, таким образом, состоит из двух емкостей, расположенных по разные стороны водораздела и объединенные каналом. Водохранилище имеет НПУ—107 м, а ГМО в зависимости от варианта 100 и 105 м.

Соединительный канал рассчитан на пропуск при ГМО расхода 1000 м³/с. В соответствии с этим он при НПУ пропускает 1700 м³/с (вариант сработки 7 м) или 1200 м³/с (вариант срабетки 2 м). Канал при ГМО — 105 м проводится на 5 м выше, чем достигается существенное уменьшение объема выемки.

Пропуск енисейской воды по Обскому склону, т. е. по р. Кеть, рассмотрен в трех вариантах, общим для которых является наличие гидроузла Р-1.

По первому варианту на р. Кеть в дополнение к гидроузлу Р-1 устраивается еще два гидроузла (Р-2 и Р-3), которыми река, за исключением примерно 100 км ее длины в устьевой части, разбивается на каскад сопряженных бьефов. НПУ гидроузлов (сверху вниз) 87 и 70 м.

Второй вариант ограничивается строительством на р. Кеть только одного гидроузла Р-1, оставляя остальную реку на длине около 500 км свободной.

Третий вариант — отличается от первого тем, что необходимая емкость для перерегулирования забираемого стока в компенсационные попуски размещается в двух водохранилищах: при гидроузле Р-1 с повышением ГМО на 5 м и при гидрроузле Р-2 со слоем сработки 4,8 м, т. е. с ГМО—82,2 м.

Вариант позволяет уменьшить объем выемки по соединительному каналу.

Полезная емкость водохранилища по всем вариантам составляет 20 км³.

Объем перебрасываемого из Енисея стока в зависимости от водности Оби колеблется от 0 в полноводный год до 26,4 км в год 90% обеспеченности, при среднемноголетней величине 10 км³.

Максимальный расход водозабора — 1000 м³/с, максимальный расход компенсационного попуска — 2200 м³/с.

Протяженность тракта переброски по руслам рек Кас и Кеть — 961 км, а с учетом спрямления извилин русла подпертыми бьефами — 586 км, в том числе, соединительный канал — 89 км. Подъем воды по енисейскому склону — 34 м, сброс ее по обскому склону — 52 м.

Тракт переброски рассмотрен как с использованием его для судоходства, так и без использования в этих целях.

В нижеследующих таблицах приводятся основные технико-экономические показатели по сооружениям на тракте переброски Енисей — Обь.

В таблице 4.19 приведены данные о расчетных расходах, НПУ, ГМО, др. по сооружениям на тракте переброски.

Таблица 4.19

Наименование сооружений	Расход, м³/с			НПУ, м	ГМО м по вариантам		Емкость водохранилищ, км³		
	максим. переброски	НС и ГЭС	Сброса		I и III	II	Полная	Полезная по вариантам	
								I и III	II
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
НС-1 (р. Кас)	1000	1000	—	90	90	90	1,55	—	—
НС-2 (р. Кас)	1000	1000	—	107	100	105	3,00	1,0	0,7
Соединительный канал	1000—1700	—	—	107	100	105	—	—	—
Р-1 (р. Кеть)	2200	1200	1900	107	100	105	11,20	8,2	3,3
Р-2 (р. Кеть)	2200	1360	3100	87	87	82	9,80	—	6,0
Р-3 (р. Кеть)	2200	1500	3200	70	70	70	2,13	—	—

В таблице 4.20 приведены данные о насосных станциях и ГЭС.

В табл. 4.20 данные по ГЭС приведены для I и II вариантов. При III варианте происходит некоторое перераспределение мощностей и выработок при сохранении практически равной суммы их по трем ГЭС.

Таблица 4.20

Наименование сооружений	Расчетный расход НС и ГЭС, м³/с	Диапазон напоров ГЭС и НС, м	НС		ГЭС		
			Установл. мощность, МВт	Потребляемая электроэнерг., млрд. кВт. ч.	Установл. мощность, МВт	Гарантиров. мощность МВт	Выработка электроэнерг., млрд. кВт. ч.
НС-1	1000	17—15	192	0,61	—	—	—
НС-2	1000	17—10	204	0,58	—	—	—
Р-1	1200	20—9,5	—	—	140	69	0,48
Р-2	1300	17—10,1	—	—	160	80	0,60
Р-3	1500	9,5—4,1	—	—	80	40	0,35

В табл. 4.21 приведены объемы основных работ по сооружениям на тракте переброски.

Таблица 4.21

Наименование сооружений	Земляные работы, млн. м³		Бетон и железобетон, тыс. м³	Металлоконстр. и мех. оборудован., тыс. т
	выемка	насыпь		
НС-1	0,06	3,02	131	1,34
НС-2	0,20	8,24	208	1,35
Соединит. канал:				
варианты I и II	272,00	36,00	—	—
вариант III	189,00	36,00	—	—
Р-1	6,23	25,42	579	2,89
Р-2	5,20	24,83	510	3,03
Р-3	2,55	5,14	294	3,12
Итого: вариант I	286,24	102,65	1722	11,73
вариант II	278,49	72,68	918	5,58
вариант III	203,24	102,65	1722	11,73

В величины, приведенные в табл. 4.21, не включены объемы работ, связанные с обеспечением судоходства по тракту переброски.

В табл. 4.22 приведены показатели по зоне затопления, вызываемого сооружениями переброски.

Таблица 4.22

	Варианты	
	I и III	II
Общая площадь затопления, тыс. га	473,2	408,5
В том числе: сельхозугодья:	22,8	25,4
из них пашня	0,7	0,2
сенокосы и пастбища	22,1	25,2
лес и кустарник	356,5	321,2
прочие	93,9	61,9
Площадь лесоочистки, тыс. га	299,5	180,3
Объем лесосводки, тыс. м³	27955	19642
Переселение населения, чел.	3106	2385
Затраты по зоне отчуждения, млн. руб.	501,8	429,6

Стоимость строительства переброски Енисей — Обь определилась в следующих суммах (млн. руб.):

I вариант — 1828
II вариант — 1438
III вариант — 1657

При использовании тракта переброски для нужд судоходства потребуются дополнительные затраты на судопропускные сооружения и расчистки русла в следующих суммах (млн. руб.):

I вариант — 408
II вариант — 397
III вариант — 412

Для сопоставления с другими вариантами компенсационных мероприятий рекомендуется II вариант без включения в стоимость строительства затрат на судоходство.

Воднотранспортные гидроузлы на Нижней Оби. По расчетам Гипроречтранса, выполнявшим разработку данного варианта компенсационных мероприятий, увеличение забора воды на местные нужды до 35 км³ и для переброски до 60 км³ в год приведет к уменьшению судоходных глубин в среднем на 1,7 м.

Для поддержания в этих условиях на рассматриваемом участке транзитного судового хода гарантированной судоходной глубины 3,5 м, а также 2,4—2,6 м на второстепенных судовых ходах, потребуется выполнить разовое капитальное землечерпание в объеме 90 млн. м³ грунта. Кроме того, потребуется производить ежегодное восстановительное эксплуатационное землечерпание в объеме до 50 млн. м³ грунта.

Основным и крупным недостатком такого решения является большой объем эксплуатационного землечерпания, для выполнения которого потребуется большое количество землечерпательного флота, с весьма низким использованием его по времени, поскольку по гидрологическим условиям землечерпание может вестись только в августе и сентябре месяцах.

Это обстоятельство явилось предпосылкой разработки заменяющего варианта обеспечения судоходных глубин за счет строительства водно-транспортных гидроузлов (рис. 4.8).

Из соотношения объемов землечерпания по участкам р. Оби вытекает, что для исключения основных объемов подпор воды должен перекрывать в первую очередь разветвленную часть русла Большой и Малой Оби от протоки Нюрик (602 км судового хода) до с. Перегребное (834 км судового хода), где сосредоточено 77% объемов землечерпания. Ниже протоки Нюрик размещается 14% объемов, выше с. Перегребное на двух участках — на 970 и 1083 км судового хода — 9%.

Шлюзование реки на вышеназванном участке путем строительства низконапорных транспортных гидроузлов рассмотрено в трех вариантах.

В основу I варианта положена идея создания подпора на всей системе разветвлений Оби, а только в одном из ее рукавов — Горной Оби, протекающей у высокого коренного правого берега.

Основной судовой ход, проходящий в современных условиях, ниже с. Перегребное по рукаву Малой Оби с созданием подпора переносится в рукав Горной Оби, а судоходный ход по Малой Оби сохраняется как вспомогательный.

Гидроузел (НПУ — 10,5 м, напор 5,6 м) располагается на 645 км судового хода вблизи поселка Ванзеват и именуется в дальнейшем «Ванзеватский».

В состав мероприятий по варианту входят:

— Ванзеватский гидроузел;

— 17 малых гидроузлов на протоках вдоль зоны подпора с НПУ—10,5 м и напором от 4,3 до 5,6 м;

— капитальное землечерпание на судовых ходах в объеме 23 млн. м^3.

Идея II варианта состоит во включении в зону подпора от гидроузлов всей сети рукавов и проток, расположенных ниже с. Перегребное, на которых могут возникнуть ограничения для судоходства.

По данному варианту в дополнение к Ванзеватскому гидроузлу устраивается гидроузел на Малой Оби на 675 км судового хода с НПУ—10,5 м и напором 4,7 м, который в дальнейшем именуется «675 км».

В состав мероприятий по II варианту входят:

— Ванзеватский гидроузел;

— гидоузел 675 км;

— 12 малых гидроузлов, располагаемых на протоках по лево-

КОМПЕНСАЦИЯ ПАДЕНИЯ СУДОХОДНЫХ ГЛУБИН С ПОМОЩЬЮ ШЛЮЗОВАНИЯ

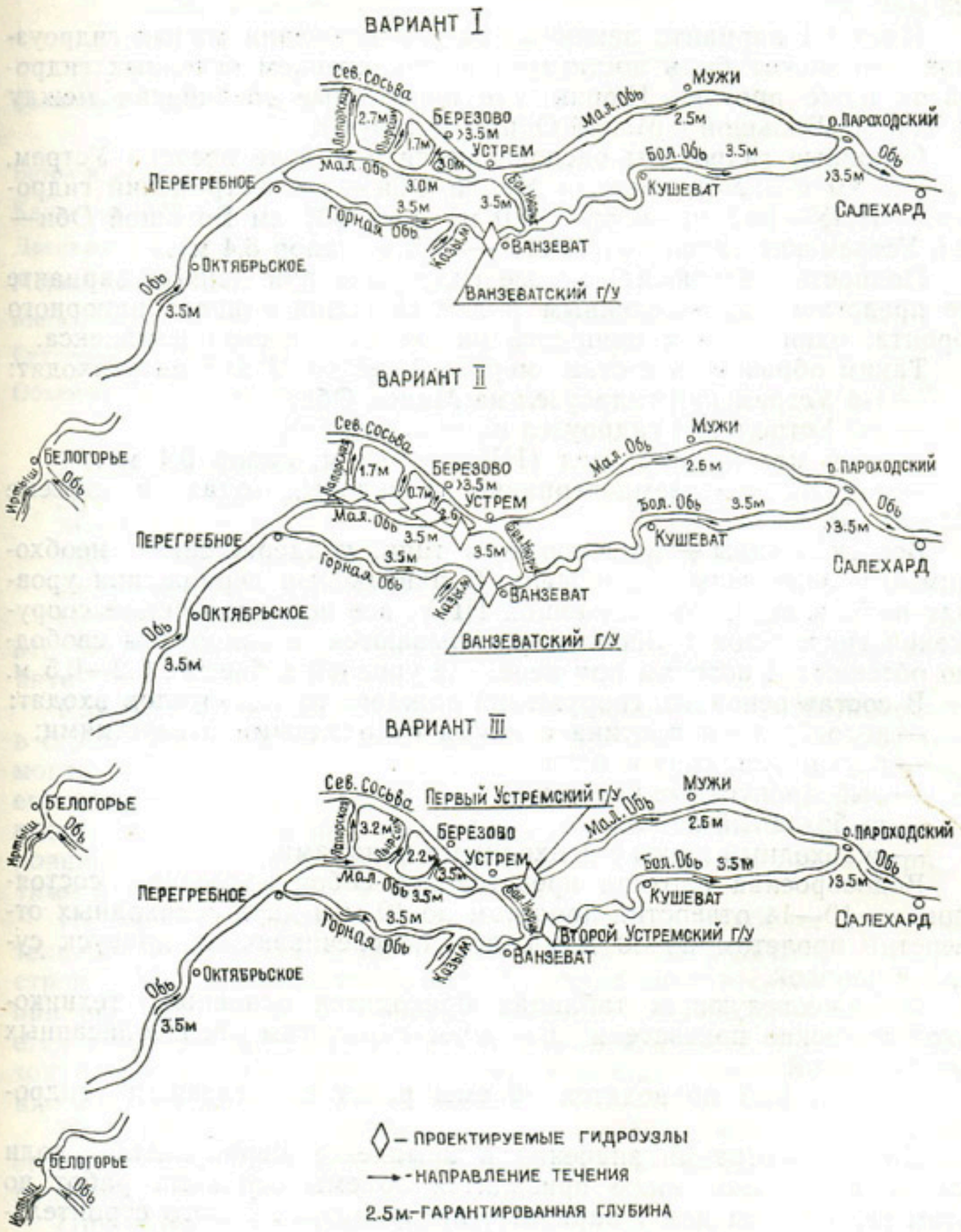


Рис. 4.8

му берегу Малой Оби и по напорному фронту с НПУ—10,5 м и напором до 4,7 м;

— капитальное землечерпание на судовых ходах в объеме 23 млн. м³.

Идея III варианта заключается в исключении малых гидроузлов, что может быть достигнуто расположением основных гидроузлов ниже протоки Нюрик, где поперечные соединения между рукавами Большой и Малой Оби отсутствуют.

Основные гидроузлы располагаются в районе поселка Устрем, на 628 км судового хода на Малой Оби — 1-й Устремский гидроузел (НПУ—10,5 м, напором 6,0 м) и на 601 км Большой Оби— 2-й Устремский гидроузел (НПУ — 10,5 м, напор 6,4 м).

Полностью исключить малые гидроузлы при данном варианте не представилось возможным и для создания единого напорного фронта, один из них пришлось включить в состав комплекса.

Таким образом, в состав мероприятий по II варианту входят:

— 1-й Устремский гидроузел на Малой Оби;

— 2-й Устремский гидроузел на Большой Оби;

— один малый гидроузел (НПУ — 10,5 м, напор 6,4 м);

— капитальное землечерпание на судовых ходах в объеме 22 млн. м³.

Все гидроузлы — транспортного типа, поддерживают необходимые уровни только в межень. В паводковый период, при уровнях воды в реке, превышающих НПУ, все водопропускные сооружения гидроузлов полностью раскрываются, а гидроузлы свободно обтекаются потоком при перепаде уровней в бьефах 0,2—0,5 м.

В состав основных сооружений каждого из гидроузлов входят:

— водосбросная плотина с двумя судоходными отверстиями;

— глухая земляная плотина;

— рыбопропускные шлюзы;

— рыбоходный канал;

— судоходный шлюз с подходными каналами.

Водосбросная плотина представляет собой водослив, состоящий из 10—14 отверстий пролетом по 40 м и двух судоходных отверстий пролетом по 80 м каждое, обеспечивающих пропуск судов в паводок.

В нижеследующих таблицах приводятся основные технико-экономические показатели по всем вариантам вышеописанных мероприятий.

В табл. 4.23 приводятся объемы работ по основным гидроузлам.

Для иллюстрации значения в комплексе мероприятий доли малых гидроузлов ниже приводятся объемы основных работ по этим гидроузлам для I варианта, предусматривающего строительство максимального их числа — 17.

Земляные работы — выемка, — 9,5 млн. м³

насыпь, — 4,9 млн. м³

Бетон и железобетон — 572,9 тыс. м³

Таблица 4.23

Наименование работ	Варианты		
	I	II	III
Земляные: выемка, млн. м³	17,1	49,7	141,0
насыпь, млн. м³	4,9	8,8	19,4
Бетон и железобетон, тыс. м³	1199,3	2313,5	2694,3
Каменная наброска, тыс. м³	290,0	409,0	911,0
Дренажи и фильтры, тыс. м³	402,0	623,0	534,5
Металл шпунт, тыс. т	1,1	2,4	2,6
Металлоконструкции, тыс. т	20,2	42,0	53,7
Гидромехан. оборудование, тыс. т	6,3	13,4	15,6
Объемы землечерпания, млн. м³	23,0	23,0	22,0

Каменная наброска — 54,1 тыс. м³
Дренаж и фильтры — 73,0 тыс. м³
Металлич. шпунт — 44,0 тыс. т
Металлоконструкции — 45,4 тыс. т
Гидромеханическое оборудование — 7,3 тыс. т.

В табл. 4,24 приведены данные о капиталовложениях в строительство и эксплуатационных затратах по рассмотренным вариантам.

Как видно из табл. 4.24, по наименьшим капиталовложениям в строительство и по минимуму приведенных затрат предпочтение могло было бы быть отдано варианту землечерпания. Однако, его недостатки, указанные выше, делают его малореальным, вследствие чего он не может быть рекомендован в качестве основного при сопоставлении с двумя, описанными раньше вариантами компенсационных мероприятий.

Их рассмотренных вариантов шлюзования наиболее привлекательным является I и не только из-за наименьшей стоимости строительства и эксплуатационных затрат, но и в связи с тем, что при нем на одном из главных рукавов — Малой Оби — сохраняется современный гидрологический режим. Малая Обь и ее приток р. Сев. Сосьва остаются свободными для хода рыбы в течение всего года.

Этот вариант и рекомендуется в качестве основного при сопоставлении с двумя другими вариантами компенсационных мероприятий.

При этом в стоимостные показатели данного варианта, определенные Гипроречтрансом, могут быть внесены коррективы, вытекающие из следующих соображений.

В варианте предусмотрено переключение всего грузопотока (3,9 млн. т на уровне 2000 г.) с существующего транзитного хода

Таблица 4.24

млн. руб.

Направление затрат	Вариант землечерп.	Варианты шлюзования		
		I	II	III
I. Капиталовложения в строительство				
Основные гидроузлы	—	920,7	1754,9	2242,7
в т. ч. судоходные шлюзы	—	221,1	350,2	427,7
Малые гидроузлы	—	456,6	823,1	5,6
в т. ч. судоходные шлюзы	—	107,3	107,3	—
Водные пути	351,1	89,7	89,7	85,8
Итого:	351,1	1467,0	2267,0	2334,1
II. Эксплуатационные затраты				
Основные гидроузлы	—	16,1	30,7	39,3
в т. ч. судоходные шлюзы	—	3,7	5,7	6,9
Малые гидроузлы	—	8,0	14,4	0,1
в т. ч. судоходные шлюзы	—	1,7	1,7	—
Водные пути	99,0	25,3	25,3	24,2
Итого:	99,0	49,4	70,4	63,5
III. Приведенные затраты				
В целом по вариантам	134,1	196,1	337,1	296,9

по Малой Оби на Горную Обь с пропуском его через Ванзеватский гидроузел.

Вместе с тем, как указывалось выше, на Малой Оби и протоке Нюрик сохранится современный гидрологический режим, обеспечивающий глубины не менее 3 м. В этих условиях целесообразно грузы, следующие на судах с осадкой менее 3 м и плотовые составы в объеме около 3 млн. т (75% грузопотока), а также порожние суда, пропускать по старой трассе, минуя Ванзеватский гидроузел. Это сократит время прохождения судов и плотовых составов за счет исключения шлюзования и сокращения на 20 км судового хода, а также исключит необходимость переформирования плотовых составов при шлюзовании. Пропуск через Ванзеватский гидроузел оставшейся части грузов и только в грузовом направлении позволяет сократить размеры судоходного шлюза с 300×37×5,5 м до 180×21×5,5 м и снизить за этот счет затраты на его строительство примерно на 110 млн. рублей.

В составе четырех малых гидроузлов на второстепенных протоках предусматриваются водосливные плотины, затраты на строительство которых составляют 280 млн. рублей.

Учитывая, что в межень эти плотины перекрываются полностью и пропуска воды не предусматривают, а в паводок в протоки вода будет поступать с поймы, существенной необходимости в водосливных плотинах на этих протоках нет и они могут быть заменены на глухие. Заметного ущерба экологии это нанести не может по одному тому, что протяженность перекрываемых проток не превышает 1% от общей их протяженности на данном участке Оби. Таким образом, затраты по 1 варианту шлюзования могут быть снижены приблизительно до 1100 млн. руб.

Для наглядности сопоставления ниже приводятся затраты на осуществление компенсационных мероприятий по трем рассмотренным вариантам (млн. руб.):

— регулирование стока Оби — 2911
— переброска стока из Енисея в Обь — 1438
— воднотранспортные гидроузлы на Нижней Оби — 1100.

По этим показателям предпочтение должно быть отдано шлюзованию Оби. Однако, при окончательной оценке следует учитывать, что в этом варианте рассматриваются гидрологические условия реки только в период навигаций, т. е. в V—X месяцы, и не рассматриваются период XI—IV месяцев, на который мероприятия по варианту, особенно на участке от г. Белогорья до с. Перегребное, влияния оказать не могут.

В то же время, первые два варианта мероприятий предполагают обеспечение необходимых санитарных расходов в реке ниже Белогорья и в этот период. Если, принятые в расчетах величины санитарных расходов, которые в отдельные месяцы превышают фактические минимальные расходы в естественных условиях, считать обязательными, то шлюзование должно быть дополнено регулированием стока Оби в целях увеличения меженных расходов или той же переброской стока из Енисея, но при уменьшенном ее объеме.

При таком дополнении шлюзование не может конкурировать с переброской стока из Енисея и последняя становится предпочтительней.

Что касается регулирования стока Оби в среднем течении, то оно, по причинам указанным выше, вообще не может рекомендоваться к осуществлению.

Поэтому для перспективного развития переброски на юг Срединного региона следует в качестве компенсационного мероприятия остановиться на варианте переброски енисейской воды в Обь.

В следующей главе рассмотрен прогноз влияния переброски на природные условия в зонах изъятия, транспортирования и распределения части стока Обь — Иртышского бассейна.

ГЛАВА 5

ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОГНОЗ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕБРОСКИ ЧАСТИ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК В РАЙОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, УРАЛА, СРЕДНЕЙ АЗИИ И КАЗАХСТАНА НА ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

В последние годы в СССР в связи с общим ростом водопотребления возрастает безвозвратное изъятие водных масс из рек, водохранилищ и озер. Это приводит к сокращению речного стока в местах отбора воды и ниже по течению и уменьшению притока пресных вод в устьевые области рек, во внутренние водоемы и моря. Сокращению речного стока способствуют и другие хозяйственные мероприятия, проводимые на водосборной площади и в руслах рек. В итоге к настоящему времени приток речных вод в Каспийское море снизился на 35—40 км³ (на 15%), в Аральское море — на 75—80 км³ (70%), а в озеро Иссык-Куль — более чем на 1 км³ (почти на 30%). Возрастают также изъятия стока из сибирских рек, где ранее водопотребление было ничтожно малым.

Сокращение пресноводного стока в южные моря и водоемы, вызванное хозяйственной деятельностью, наложилось на маловодный для рек период, охватывающий два последние десятилетия. В итоге резко упали уровни в замкнутых водоемах и возросла минерализация их вод, изменились динамика течений, термический режим и многие другие показатели водной среды и прилегающих территорий. Наибольшие отъемы воды вызваны развитием ирригации. Отъем стока, как правило, неблагоприятно отражается на всех видах водопользования, однако наибольшие изменения в режим водной среды вносит происходящий при этом одновременный рост поступления возвратных загрязненных вод. Сокращению речного стока и ухудшению показателей его режима способствуют все виды хозяйственной деятельности на водосборе. Следствие этого — общее сокращение протяженности гидрографической сети, исчезновение малых рек, усыхание озер и болот, смыв с территории удобрений, ядохимикатов, нефтепродуктов и

других загрязняющих веществ, эрозия почв, загрязнение речных систем, водоемов и подземных водоносных горизонтов. За последнюю четверть века объем отводимых сточных вод, поступающих в реки и водоемы, в целом по стране возрос почти в 4 раза и достиг 140—150 км³/год. В итоге все более сокращаются возможности использования водной среды для разбавления сбрасываемых загрязненных стоков, все более подавляются природные процессы самоочищения и все больше накапливаются в донных отложениях различные загрязняющие вещества, становящиеся источником вторичного загрязнения водной среды и прилегающих территорий.

Очень быстро протекает евтрофирование водоемов. Перегрузка их органическими веществами и питательными элементами приводит к развитию фитопланктона, отмирание которого создает огромные массы биологических загрязняющих веществ. Наиболее чувствительными к изменению водной среды оказались ценные рыбы пресноводного комплекса. Их уловы в озерах, реках и водохранилищах сокращались все последние годы. Относительная устойчивость общих уловов рыбы по стране объясняется увеличением в последние десятилетия вылова морских малоценных рыб (кильки, хамсы, тюльки и др.). Утрачивают промысловое значение или близки к исчезновению некоторые виды сиговых, сельдей, жерех, усач и другие ценные рыбы.

В последние годы принят ряд важнейших постановлений и законов об охране окружающей среды и рациональном природопользовании. Многие меры уже успешно осуществляются, однако сделать предстоит неизмеримо больше.

Оценивая в целом состояние водной среды и результаты вмешательства человека, можно констатировать, что наиболее тяжелые последствия вызывает загрязнение водной среды, сокращение водности рек и изменение их гидрологического режима, видимо, меньшее зло и при условии чистых вод не вызвало бы столь серьезных последствий.

Как уже говорилось раньше, в июне 1983 г. коллегия Госплана СССР, учитывая огромное народнохозяйственное и социальное значение подачи воды из Обь-Иртышского бассейна потребителям РСФСР, Казахстана и Средней Азии, прежде всего для развития орошения, длительность строительства и ограниченный промежуток времени для предотвращения дальнейшего ухудшения водообеспеченности Средней Азии, разрешила Минводхозу СССР, проведение изыскательских работ и разработку проекта Сибирь-Аральского канала. Учитывая реальные потребности времени на проектные и строительные работы, можно полагать, что дополнительная вода может быть подана в районы Средней Азии и Казахстана не раньше конца века. Следовательно прогноз водообеспечения и водоохранных мер, их влияния на окружающую среду в условиях отсутствия переброски стока имеет не только познава-

тельное для сравнительной оценки изменения среды, но и большое практическое значение.

Качественная картина и численные оценки такого прогноза определяются, с одной стороны, соотношением между ростом водопотребления и водоотведения, а с другой — внедрением достижений научно-технического прогресса в водоемких производствах и объемами затрат на водоохранные мероприятия. Эти оценки в большой степени зависят также от климатических условий ближайших десятилетий (прежде всего от водности рек и увлажненности вегетационного периода).

Поэтому ИВП АН СССР, придавая важность проблеме комплексного рационального природопользования и охраны природной среды в Срединном регионе, как применительно к уже сложившейся хронологической ситуации, так и на перспективу (с учетом изъятия стока из Обь-Итышского бассейна и передачи его в Аральский), в 1976 г. помимо проведения исследований на основе методов географического прогнозирования, носящих иногда описательный и качественный характер, перешел к следующему этапу работ. Эта стадия включает использование как уже разработанных математических методов и моделей, так и создание новых методов и моделей водохозяйственного, природно-экологического и социально-экономического моделирования и опирается на системный подход в решении стоящих перед охраной водохозяйственных, технических, экономических, природоохранных и социальных задач.

Долгосрочное прогнозирование изменений окружающей среды в связи с динамикой водного фактора в научно-методическом отношении — еще не решенная задача. В этом направлении полученные результаты следует рассматривать как предварительные. При этом использован следующий методический подход. Рассматривались гипотезы развития водопотребляющих отраслей применительно к конкретным водохозяйственным районам, бассейнам; оценивались возможности научно-технического прогресса, на основе чего устанавливались объемы водопотребления и водоотведения. Определялись водные ресурсы будущего, изучались водные балансы территорий, гидрологический режим водотоков во внутригодовом и многолетнем разрезе. Изменение гидрохимического режима оценивалось, исходя из балансовых расчетов с учетом внутриводоемных процессов. Затем изучались возможные гидробиологические изменения. Рассматривались также изменения водного режима прилегающей суши (теплового, солевого и др.). По показателям водно-солевого баланса учитывались обратные связи влияния на среду водоема и водотока. Оценивались изменения во взаимодействии подстилающей поверхности и атмосферы. Прогноз был выполнен для районов и водных объектов, которые могут быть затронуты территориальным перераспределением водных ресурсов. Исходная информация о многих участках рек и протека-

нии указанных процессов была недостаточна, отчего прогноз не может претендовать на абсолютную достоверность.

Прогноз влияния мероприятий по переброске части речного стока из Сибири в Среднюю Азию и Казахстан был основной задачей комплексной программы ГКНТ. Анализ протекания природных процессов и соответственно исследования проводились с учетом прямых и обратных связей (см. Схему). Исходная информация была получена из всех возможных литературных и архивных источников, путем проведения комплексных экспедиций, постановкой специальных экспериментов, математическим моделированием ряда природных процессов и анализом численных экспериментов с моделями больших природных и водохозяйственных систем. В ряде случаев, особенно для комплексной оценки влияния мероприятий на окружающую среду, использовались методы аналогии.

Следует отметить, что к настоящему времени территориальное перераспределение речного стока уже осуществляется в значительных масштабах с выводом воды за пределы площади ее водосбора. Созданы сложные водохозяйственные системы большой мощности, ежегодно перераспределяющие за пределы собственных бассейнов на значительное расстояние около 100 км^3 воды в год. Это в основном системы каналов водоснабжения и орошения — им. Москвы, Ферганские, Голодностепские, Каракумский, Северо-Крымский, Волго-Донской, Иртыш — Караганда, Днепр — Донбасс, Амубухарский и др., а также судоходные объединения — Волго-Дон, Волго-Балт и др. Однако основная особенность проекта переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан состоит в том, что перебрасываемая вода изымается из источников, принадлежащих другой (северной) природной зоне, существенно отличающейся от зоны использования (южной). В результате даже при сравнительно небольшом (27,5 км^3) отъеме воды влияние его на север проявляется вплоть до Карского моря. Поэтому узловой вопрос проблемы состоит в сопоставлении ущербов, наносимы северным районам за счет отъема у них воды, с выигрышем, достигаемым в южных районах за счет дополнительной водоподачи, а также в сопоставлении этого варианта с вариантом, предупреждающим возможность потерь на юге, если вода в Среднюю Азию и Казахстан не подается.

Кроме того, при оценке как ущербов, так и выигрышей решающая роль принадлежит экологическим и социальным эффектам и в конечном счете комплексу факторов, определяющих условия обитания сегодняшних и будущих поколений нашего общества.

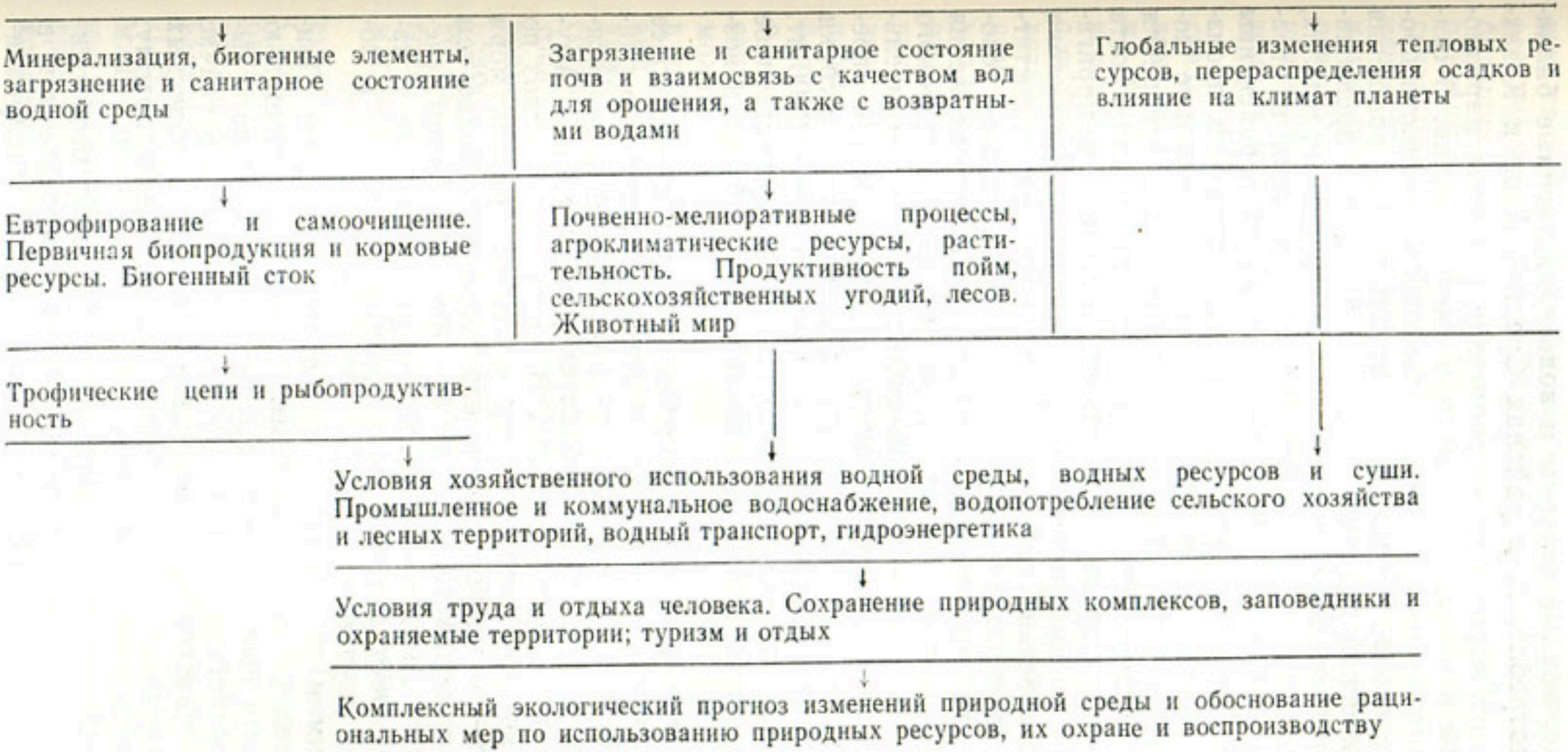
Основные результаты исследований по изложенной выше методике и согласованные выводы, полученные в результате многолетнего коллективного труда 120 институтов страны*, кратко сводятся к следующему.

---

* В том числе головных по разделам: ИВП АН СССР, Союзгипроводхоз, ИГ АН СССР, ИАП АН СССР, ААНИИ, ГГИ, ВСЕИНГЕО, ВНИВО, ВНИРО, институт гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана.

Схема анализа влияния водохозяйственных мероприятий на природную среду

Ареалы воздействия на природные процессы		
Речные системы и водные объекты (водная среда)	Водосборная площадь — зоны отъема транзита и использования воды	Атмосфера
1. Участки непосредственного забора (отъема) воды 2. Речные системы изымаемого стока (доноры) и системы транспорта (переброски) воды 3. Устьевые области и северные моря в зоне изъятия речного стока 4. Речные системы и южные моря и озера зоны использования перебрасываемой воды	1. В зоне отъема воды 2. В зоне транзита воды 3. В зоне использования перебрасываемой воды	1. В зоне отъема воды и транзита 2. В зоне использования перебрасываемых вод 3. По крупным регионам и континентам
↓ Внутригодовая и многолетняя динамика стока уровенного режима, течений, водообмена. Испарение, фильтрация, водный баланс	↓ Динамика уровней и запасы подземных вод. Режим влажности почв. Возвратные воды	↓ Испарение и поступление влаги в атмосферу. Влагоперенос. Адвективная и местная влага и осадки.
↓ Тепловой режим и балас, ледовый режим. Массо-теплообмен континентальных и морских вод, ледовитость северных морей и Арктики	↓ Взаимодействие поверхностных и подземных вод. Испарение и транспирация сельскохозяйственных угодий и лесов. Водный баланс и безвозвратное потребление воды	↓ Температура и другие метеорологические условия. Тепловые ресурсы регионов
↓ Транспорт наносов. Общий и местный размыв, переформирование русел каналов, устьевых областей, береговой зоны, морского дна.	↓ Тепловой режим почв и тепловой баланс регионов	↓ Состав атмосферы, загрязнение атмосферы и осадки


Минерализация, биогенные элементы, загрязнение и санитарное состояние водной среды
Загрязнение и санитарное состояние почв и взаимосвязь с качеством вод для орошения, а также с возвратными водами
Глобальные изменения тепловых ресурсов, перераспределения осадков и влияние на климат планеты
Евтрофирование и самоочищение. Первичная биопродукция и кормовые ресурсы. Биогенный сток
Почвенно-мелиоративные процессы, агроклиматические ресурсы, растительность. Продуктивность пойм, сельскохозяйственных угодий, лесов. Животный мир
Трофические цепи и рыбопродуктивность
Условия хозяйственного использования водной среды, водных ресурсов и суши. Промышленное и коммунальное водоснабжение, водопотребление сельского хозяйства и лесных территорий, водный транспорт, гидроэнергетика
Условия труда и отдыха человека. Сохранение природных комплексов, заповедники и охраняемые территории; туризм и отдых
Комплексный экологический прогноз изменений природной среды и обоснование рациональных мер по использованию природных ресурсов, их охране и воспроизводству

Водопотребление, водные ресурсы и водохозяйственные балансы. Прогноз водопотребления в районах Средней Азии и Казахстана основывался на определенных гипотезах развития народного хозяйства страны в целом и рассматриваемого региона. В связи с особо благоприятными условиями сельскохозяйственного производства (наличие свыше 55 млн. га пригодных для орошения земель, биоклиматический потенциал зоны, в 5—10 раз превышающий другие районы, традиционно высокая культура земледелия, ежегодный высокий прирост трудоспособного населения и ограниченная миграция его) в регионе и для отдаленной перспективы намечаются высокие темпы роста сельскохозяйственного производства как для производстава продукции на общесоюзное потребление и для стран СЭВ, так и для полного удовлетворения собственных потребностей. При намеченных в ТЭО темпах роста орошения постоянно возрастает потребность в воде для ирригации и к 1985— 1990 гг. имеющиеся ресурсы поверхностного стока будут исчерпаны полностью, а к 2000 г. дефицит может достигнуть 20 км^3. Исследованиями показано, что в сложившихся условиях можно несколько снизить темпы прироста водопотребления за счет ограничения темпов роста площадей орошения, широкого перехода к комплексной реконструкции существующих оросительных систем, более полного использования подземных вод и опреснения части коллекторно-дренажных стоков. В этом случае сроки исчерпаемости ресурсов несколько отодвинутся, до 1995—2000 гг. Однако в последующем дальнейшее сколько-нибудь существенное развитие сельскохозяйственного производства района будет невозможно.

Крме того, исчерпание водных ресурсов приведет к еще более неблагоприятной санитарно-эпидемиологической обстановке в районе нижнего течения речных систем и полной деградации экосистем Аральского моря и дельтовых областей рек Сырдарьи, Амударьи, Чу, Или, Таласа, Ассы и других. В частности, прогноз по Аральскому морю показал, что к концу столетия уровень моря понизится еще на 8—10 метров, объем его сократится более чем вдвое, минерализация возрастет с 16 до 30—40%. В нижнем течении р. Сырдарьи и р. Амударьи минерализация воды уже в настоящее время превышает допустимые нормативы, а к 2000 г. положение значительно ухудшится.

Космические снимки показывают, что в юго-восточном Приаралье сформировался очаг пылевых выносов площадью 4,8 тыс. км^2. Во время пылевых бурь вместе с пылью из него выносятся и соли на расстояние от 80 до 400 км. Это уже сейчас неблагоприятно сказывается на плодородии пастбищ и оазисных земель. Подача сибирской воды особенно важна еще и потому, что позволит обводнить дельтовые земли.

Обводнение Сырдарьинской и Амударьинской дельт необходимо в связи с тем, что активная хозяйственная деятельность в бассейне Аральского моря привела к нарушению сбалансирован-

ных связей в природе, сложившихся в течение тысячелетий. Зарегулирование стока рек Амударьи и Сырдарьи, аккумуляция больших объемов воды в верхней и средней частях их бассейнов привели в дельтах к резкому изменению экологических факторов, связанных со стоком: прекращению паводков, сокращению обводненности, уменьшению поступления твердого стока, органических и минеральных питательных веществ, повышению содержания в речной воде токсичных для растений солей, вызвали развитие нежелательных процессов и явлений, ведущих к разрушению наземных и водных экосистем и ухудшению социальных условий.

Следует обратить внимание на один очень важный момент. В связи с развитием орошения земель в бассейне Амударьи к концу века может отбираться около 90% общего зарегулированного стока реки. Твердый сток в створе Керки оценивается в 229 млн. т в год при среднемноголетней мутности 3,59 кг/м^3. Насосы вместе с водой будут поступать в каналы, которые смогут транспортировать только относительно мелкие фракции, песчаные же фракции должны осаждаться в головных участках и, следовательно, удаляться за их пределы. Возврат наносов из каналов или отстойников в реку недопустим, т. к. ослабленная водоотбором река будет не в состоянии транспортировать далее значительное количество наносов. Возникает проблема размещения избыточного твердого материала. В результате рассмотрения баланса твердого стока реки, проведенного в ИВП АН СССР, и возможных мероприятий по размещению насосов следует считать, что эта проблема при проведении необходимых работ может быть решена путем складирования твердого материала в отдельных естественных понижениях, вдоль реки и в русловых водохранилищах. После ввода Рогунского водохранилища ниже Тахиаташского гидроузла среднемесячный расход будет составлять не более 100 м^3/с. Транспортирующая способность потока резко уменьшится и река будет вряд ли продвигать как возвращенные в реку в результате очистки каналов наносы, так и наносы, оставшиеся в русле. С уменьшением водности реки только часть современного русла Амударьи потребуется для пропуска воды, остальная же емкость русла может быть использована для магазинирования выбраных из каналов наносов.

Дальнейшее распространение нарушений, связанных с изъятием стока рек на орошение, привело к усыханию Аральского моря. Скорость падения его уровня и уменьшение акватории определили размеры влияния на окружающую среду, которые превысили все предположения. К примеру, изменения уровня моря, прогнозировавшиеся Институтом водных проблем АН СССР в 1970 г. Д. В. Коренистов, С. Н. Крицкий, М. Ф. Менкель, И. Я. Шимельмиц и др. на 1985 г., произошли в 1980 году. На дельтовых равнинах падение уровня моря способствовало усилению начавшихся процессов опустынивания. Снижение уровня Аральского моря объясняется тем, что в пятидесятых годах нынешнего столетия при-

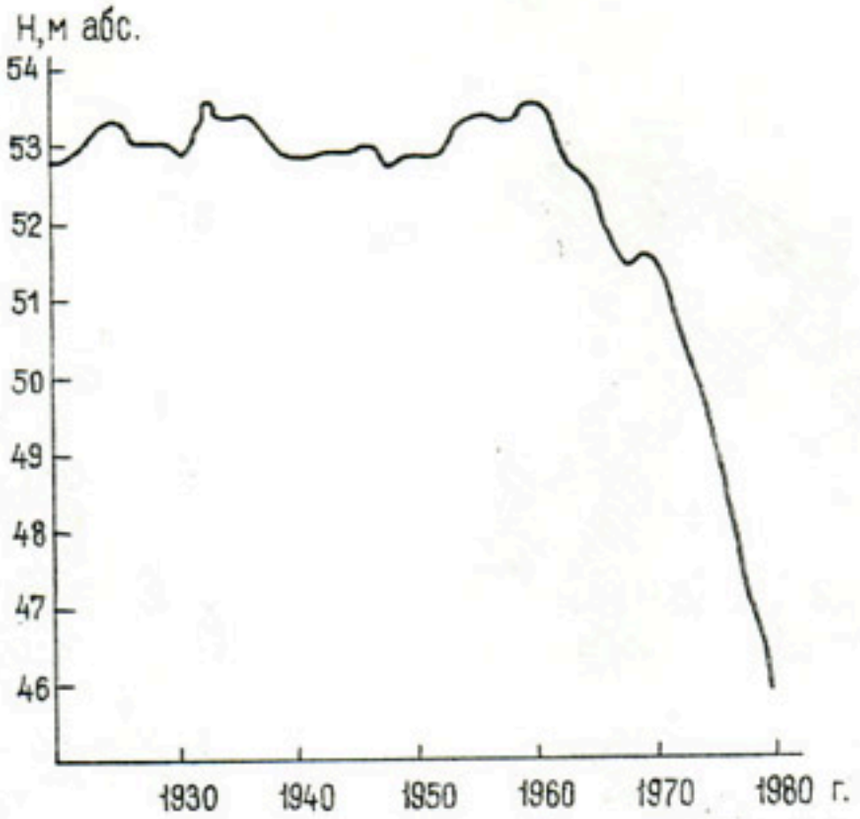
ток к морю, составлял около 60 км³/год, чему соответствуют наблюдавшиеся тогда уровни моря в зоне отметки 53 м, при площади зеркала 67 тыс. км², средней глубине 16 м и средней солености 10‰ (рис. 5.7; 5.2).

С начала шестидесятых годов на возрастающие антропогенные воздействия наложилась пониженная водность, и уровень моря начал интенсивно снижаться. В среднем за 60-е годы он падал на 0,2 м в год, а с начала 70-х годов — на 0,6 м в год и достиг к 1980 г. отметки 46 м. Резкое снижение уровня в 70-е годы вызвано в основном неблагоприятными климатическими условиями: естественная водность была на уровне 75—80 км³/год или на 20—25 км³/год меньше, чем в предшествующее десятилетие; увеличилось и водопотребление в бассейне, достигнув величин около 70 км³/год. За период с 1974 г. приток к морю колебался между небывало низкими значениями — 7 и 11 км³/год, при средней водности он составил бы в эти годы примерно 30 км³/год (Д. Я. Раткович).

В результате произошедшего снижения уровня площадь акватории сократилась по сравнению с периодом 50-х годов с 67 до 50 тыс. км², а средняя соленость возросла с 10 до 16‰. Только с 1961 по 1980 гг. уровень Арала снизился на 7 м. Современному притоку отвечает отметка уровня тяготения на 8—10 м ниже его нынешнего положения. Это означает, что даже при стабилизации водопотребления уровень моря будет продолжать снижаться. При намечаемом сокращении речного притока уровень тяготения моря должен снизиться к 2000 г. до отметки 28—31 м. При таких отметках море превратится в два небольших, насыщенных рапой водоема. Однако, благодаря запаздыванию хода уровней от темпов снижения равновесного положения, к концу столетия уровень понизится в средних климатических условиях предстоящего периода примерно до отметки 35—40 м. Для сохранения уровня на современной отметке средний годовой приток к морю должен составить примерно 45 км³, т. е. объем переброски части сибирского стока в бассейн Аральского моря к концу столетия нужно было бы довести с намечаемых 27,2 км³/год до 50—55 км³/год, что невозможно технически, не подготовлено в научном отношении и связано с очень большими капитальными затратами.

В апреле 1978 г. в г. Ташкенте на Всесоюзной конференции «Проблема переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан в свете решений XXV съезда КПСС» была выработана стратегия дальнейшего развития научных исследований и проектных работ с целью скорейшего водообеспечения Срединного региона, а в декабре 1980 г. в г. Нукусе на совместном выездном заседании Президиума АН УзССР и Республиканской научно-практической конференции по проблеме Аральского моря были подробно рассмотрены и намечены неотложные мероприя-

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ



МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛИЗАЦИИ S ВОДЫ В АРАЛЬСКОМ МОРЕ

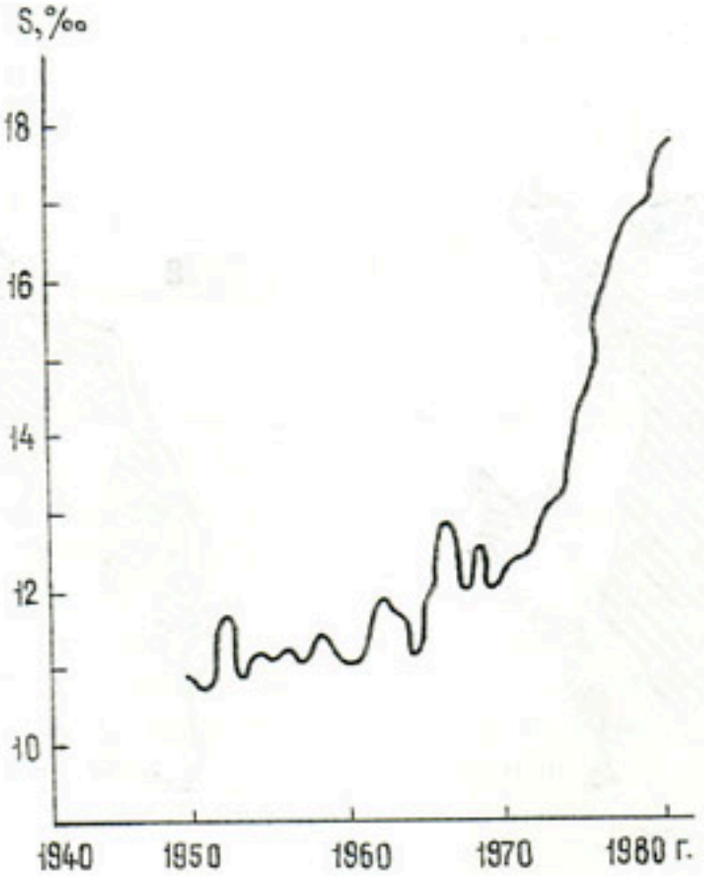
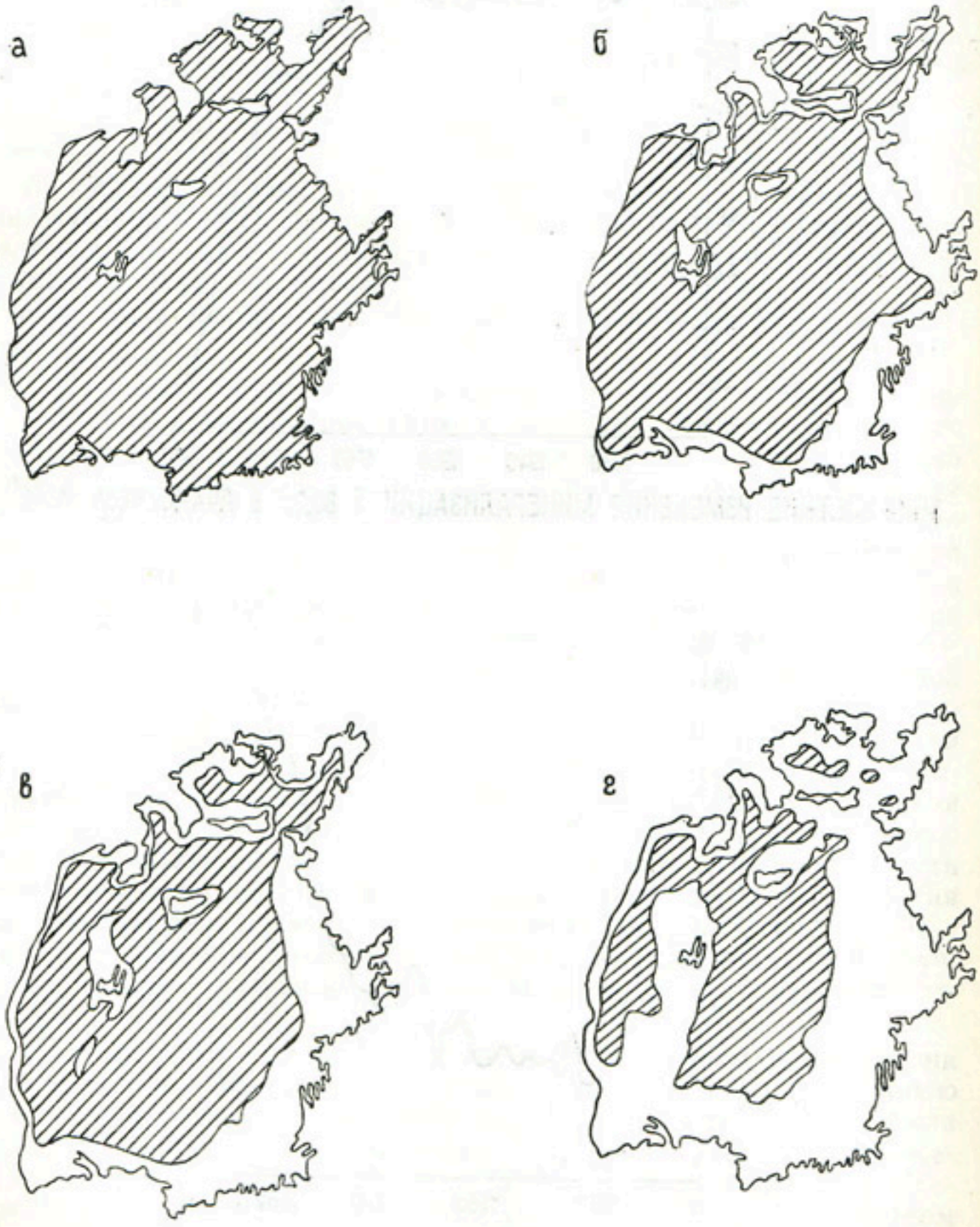


Рис. 5.1

ИЗМЕНЕНИЕ АКВАТОРИИ АРАЛЬСКОГО МОРЯ ПРИ ПАДЕНИИ ЕГО УРОВНЕЙ



а–53 м (1960 г.); б–48 м (середина 1977 г.); в–43 м (1990 г.); г–33 м (отдаленная перспектива)

Рис. 5.2

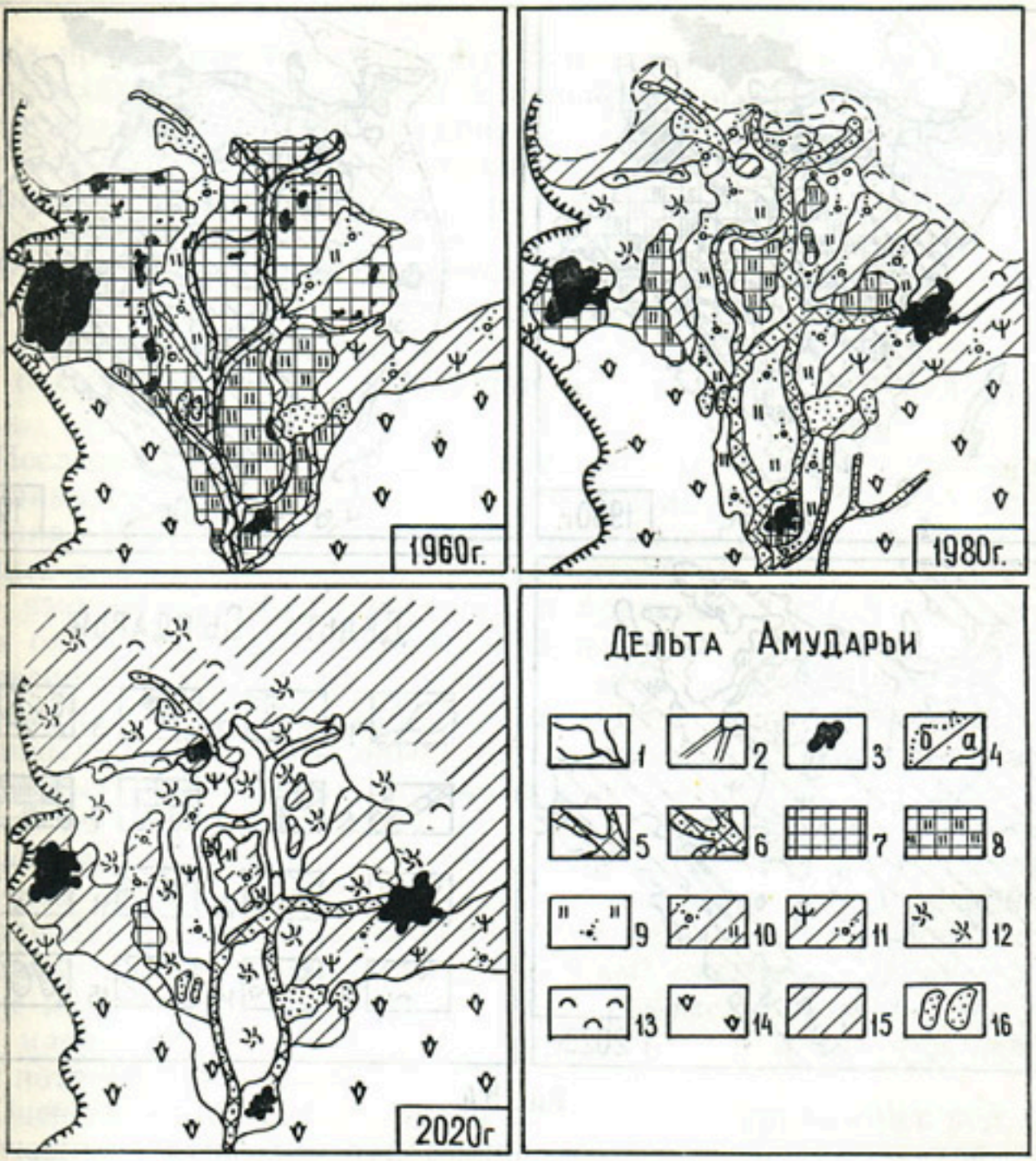


Рис. 5.3

тия с целью дальнейшего развития производительных сил региона, уменьшения отрицательных последствий снижения уровня Аральского моря и опустынивания дельт Амударьи и Сырдарьи.

Исследования, проведенные ИВП АН СССР в дельтах рек Амударьи и Сырдарьи в течение 1977—1982 гг., позволили получить представление о современном состоянии и динамических тенденциях природных комплексов дельтовых равнин, представить их развитие и составить прогноз изменения природных комплексов в дельтах Амударьи и Сырдарьи в связи с зарегулированием стока рек и падением уровня Аральского моря. (Н. М. Новикова, рис. 5.3; 5.4). На рис. 5.3 показана динамика природных комплексов в дельте Амударьи в связи с зарегулированием ее стока и падением уровня моря (1960, 1980, 2020 гг.), а на рис. 5.4 — динамика природных комплексов в дельте Сырдарьи в связи с заре-

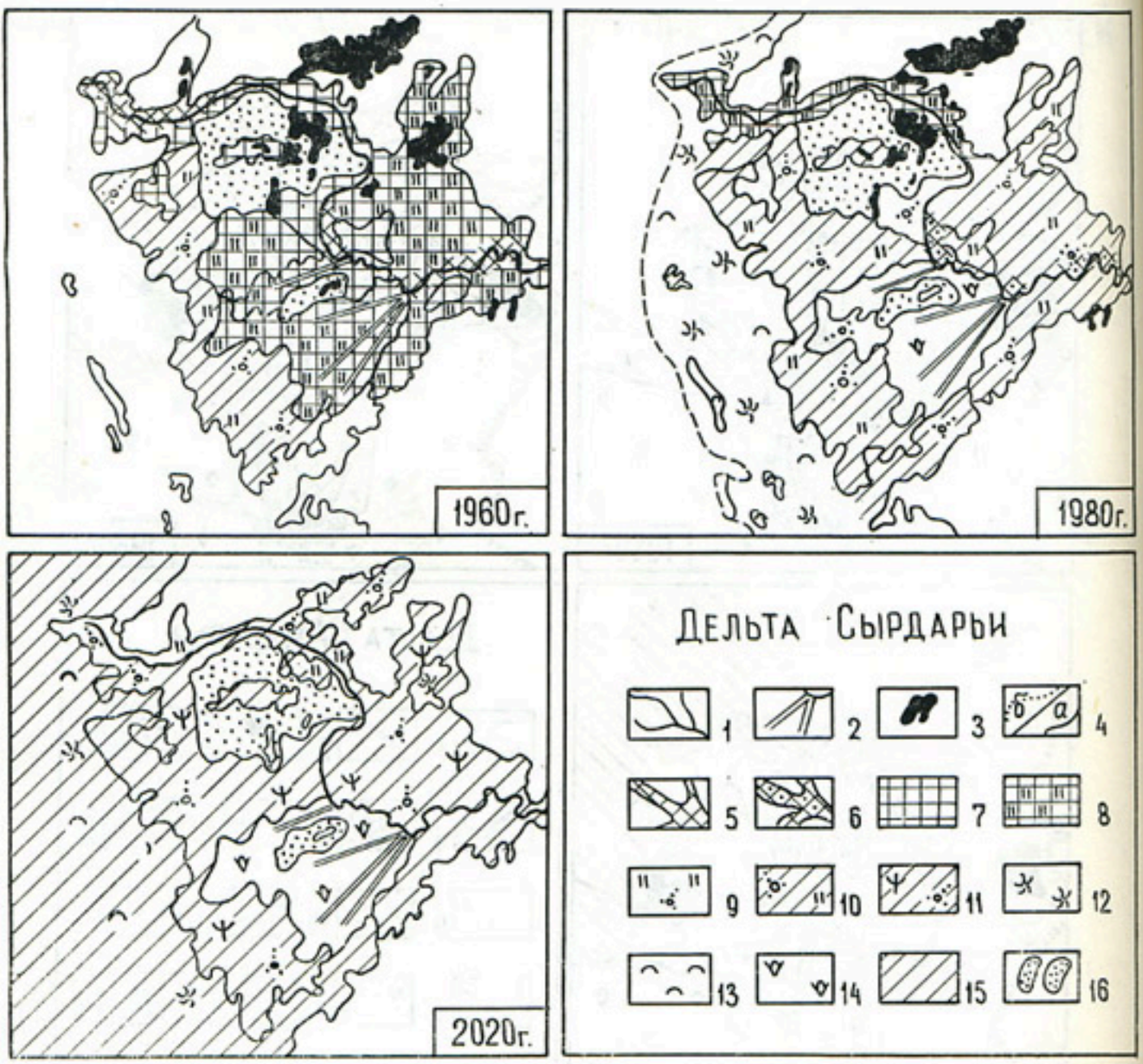


Рис. 5.4

гулированием ее стока и падением уровня моря (1960, 1980, 2020 гг.).

Пояснения к рисункам: 1 — действующие русла реки; 2 — каналы; 3 — озера; 4 — береговая линия моря: а) на 1960 г.; б) на 1980 г.; 5 — прирусловые гривы с древесными и кустарниковыми тугаями на аллювиально-лугово-тугайных почвах; 6 — то же с усыхающими тугаями и опустынивающимися почвами; 7 — тростниковые плавневые заросли на торфяно-болотных, болотных и лугово-болотных почвах; 8 — периодически обводняемые межрусловые понижения с разнотравно-тростниковой растительностью на аллювиально-луговых обсыхающих почвах; 10 — солончаки с галофильными кустарниками и кустарничками; 11 — саксаульники на такыровидных почвах; 12 — такыры; 13 — бугристо-ячеистые и барханные слабо закрепленные растительностью пески; 14 — орошаемые земли; 15 — солончаки; 16 — останцы с зональными природными комплексами.

Из приведенного на рис. 4 и 5 прогноза явственно видно, что на обсыхающих территориях Аральского моря необходимо проведение мелиоративных мероприятий, выделение специальных затрат воды на мелиорацию Амударьинской и Сырдарьинской дельт и выполнение комплекса мероприятий, способствующих скорейшему осуществлению доставки в эти районы сибирской воды.

В настоящее время Союзгипроводхозом и Институтом Географии АН СССР при участии АН УзССР, КазССР, ТуркССР, в специальном технико-экономическом обосновании решается вопрос о смягчении или ликвидации последствий снижения уровня моря.

Исследованиями были уточнены запасы пресных и минерализованных подземных вод и возможности их более полного использования. Установлено, что сделанные ранее оценки запасов подземных вод недоучитывали для значительной части регионов тесную взаимосвязь поверхностного и подземного стока, вследствие чего были значительно завышены ресурсы подземных вод. Эти уточнения были учтены в перспективных водохозяйственных балансах и в проектных проработках (ТЭД опреснения минерализованных вод). Суммарные эксплуатационные запасы пресных подземных вод оцениваются величиной около 20 км³ воды ежегодно, однако экономически оправдано извлечение только части подземных вод, около 6—7 км³ к 2000 г. Запасы минерализованных вод, которые могли бы быть опреснены или при низкой минерализации использованы непосредственно для орошения, также невелики и могут составлять около 6 км³ ежегодно. Однако опреснение их очень дорого и может быть рекомендовано в ограниченных масштабах для безводных отдаленных районов при небольших потребностях в воде.

Оценены были также запасы коллекторно-дренажных вод, формирующихся ежегодно при орошении. Их деминерализация целесообразна, хотя и дорога. За счет опреснения этих вод может быть улучшен водно-солевой баланс основных рек Средней Азии, повышен резерв на 2—3 км³ пресной воды и улучшена санитарно-эпидемиологическая обстановка в низовьях рек.

Ресурсы озер Средней Азии и Казахстана источником дополнительной воды не могут служить.

Таким образом, в сложившихся условиях развития водопотребления водные ресурсы основных районов Средней Азии и Казахстана будут исчерпаны в ближайшие два десятка лет. Система мер по рационализации водопользования, переустройство систем, деминерализация коллекторно-дренажных и подземных вод, более полное использование подземных вод, полное зарегулирование речного стока в водохранилищах в комплексе окажут существенное влияние на этот процесс, но качественно не изменят его, при этом сроки полного исчерпания ресурсов могут сдвинуться еще на 5—7 лет при одновременном неизбежном ухудшении состояния природной среды во многих речных бассейнах и даже

полной деградации ее. В такой ситуации подача в этот район воды извне является единственным рациональным мероприятием и с водохозяйственной и природоохранной точек зрения целесообразна.

Прогноз влияния переброски стока на природные процессы. Прежде всего, по соображениям водного баланса и охраны природных ресурсов района Верхней и Средней Оби, был отвергнут один из основных вариантов забора воды из Оби в районе г. Камень-на-Оби (поэтому этот вариант не помещен в главе 4) и рекомендован забор у с. Белогорье. Прогноз изменений среды сделан для отбора из Оби и Иртыша 27,2 и частично для 60 км³ воды в год. Основная посылка проведенных исследований состоит в том, что изъятия стока из Оби даже в объеме первой очереди (27,2 км³/год) не могут пройти бесследно для окружающей природы и народного хозяйства северного склона, хотя эти изъятия и составляют всего 6—7% от водности реки. Задача исследований состояла не только в качественном, но, где это возможно, и в количественном определении последствий изъятия стока. Головной организацией по этой проблеме был ИГ АН СССР (И. П. Герасимов, М. И. Львович, Н. И. Коронкевич), в ИВП АН СССР — А. Б. Авакян, С. Л. Вендров, Б. А. Корнилов, В. А. Шарапов.

Изменения гидрологического режима. Изъятия стока в объеме 27,2 км³ в год накладываются на возрастающие безвозвратные изъятия стока в верховьях Оби, которые к концу века могут достичь 20—25 км³ в год. В маловодные годы суммарные изъятия будут достигать 18—20% естественного стока. Это может привести к снижению уровней воды в реке, в том числе и в период весеннего половодья на 1,5—2,5 м. Площадь затапливаемой поймы р. Оби при этом уменьшится примерно на 20%, а продолжительность стояния воды на пойме сократится на 10—20 дней. Прогнозируется также ослабление подпорных явлений на 0,3—0,6 м или на 20—30% против естественных условий. Это, по-видимому, можно рассматривать как положительное явление. Каких-либо заметных деформаций русла Оби в результате изъятий стока не прогнозируется.

Термический и ледовый режим. В районе отъема воды, ниже Белогорья температура воды летом будет на 0,2—0,7° ниже, чем в естественных условиях. Несколько раньше (на 3—9 дней) будет происходить ледостав, на Нижней Оби в отдельные годы ледостав может наступить на 14—19 дней раньше обычного.

Изменения гидрологического режима в устьевой области Оби и в Карском море. Специальные экспедиционные исследования позволили сделать оценки влияния изъятий стока в объеме 27,2 и 60 км³ в год. Изъятия стока 1 очереди (27,2 км³) мало скажутся на состоянии Обской губы. Однако и при этом произойдет увеличение толщины льда на 10%, что приведет к запаздыванию вскрытия.

В течение времени произойдет смещение к югу 1‰ изогалины (граница зоны смешения речных и морских вод) на 1°. Может ухудшиться газовый режим водотока, в зимний период ухудшится качество воды в целом, уменьшится сток растворенного кремния, что может отразиться на условиях существования и биомассе диатомного фитопланктона. Однако в целом все изменения могут рассматриваться как малые и останутся, видимо, несущественными для режима в устье Оби при объеме изъятий 60 км³/год.

Суммарный годовой сток в Карское море в среднем составляет 1350 км³. В этих условиях намечаемые изъятия 27,2 и 60 км³ не окажут заметного влияния на основные элементы ледово-гидрологического режима моря. Этот вывод получен как на основании теоретических расчетов, так и путем натурных исследований в устье в периоды маловодного года на Оби. Увеличение ледовитости северо-восточной части Карского моря может происходить в осенние месяцы, но затронет около 1% акватории.

Климатические изменения. Никаких оснований для крупно- или даже среднемасштабных климатических изменений нет. Однако микроклиматические изменения в зонах изъятия и транспортировки стока будут наблюдаться. Это касается температуры и влажности воздуха, ветрового режима, образования туманов и т.д. Конкретные оценки такого изменения сделаны. Изменения температуры и влажности в береговой зоне вновь создаваемых водохранилищ и каналов не превысят 2° С и 3 мб. и распространятся максимально на 10 км.

В южной части Обской губы температура воды может понижаться максимально на 1° и это вызовет увеличение повторяемости туманов и уменьшение прихода суммарной радиации на 2—3% в месяц.

Изменение гидрогеологических условий. В зонах изъятий произойдет активизация дренирующей роли рек, в то же время как вдоль трассы канала произойдет формирование зоны подпора. Зона подпора вдоль канала может достигать ширины от 1 до 10 км, а местами до 10—30 км и это коснется главным образом районов левобережья Иртыша.

Ниже Белогорья при отъеме стока 27,2 км³ уровень грунтовых вод понизится в прибрежной зоне от 0,2 до 0,7 м в полосе шириной до 5 км. Такое понижение не повлечет за собой существенных изменений региональных гидрогеологических условий, однако будет наблюдаться частичное осушение болот низинного типа. Что касается фильтрации из канала, то, несмотря на несовпадение прогнозов различных авторов, в целом можно считать, что эти потери в первые годы не превысят 10% и в последующем будут сокращаться. Эти данные требуют дополнительной проверки, особенно для начальных условий работы канала. В результате сооружения канала произойдет активизация экзогенных геологических процессов, в первую очередь речной и овражной эрозии и песчаной дефляции. На небольшом ряде участков ожидается раз-

витие оползневых и суффозионных процессов (ВСЕГИНГЕО, ИВП АН СССР, ИГ АН СССР и др.).

Медико-биологические исследования Основные выводы проведенных исследований свидетельствуют о возможности лишь локальных негативных изменений медико-биологической обстановки при осуществлении первой очереди переброски стока в Срединном регионе, поддающихся прогнозированию и существенному ослаблению или предотвращению. В этом отношении еще требует дополнительного изучения ситуация, связанная с опесторхозом (МНИИ Гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана и ИВП АН СССР).

Решением Госэкспертизы Госплана СССР предложено: «— дать оценку медико-биологических и санитарных условий по трассе канала в современных и перспективных условиях в целях исключения возможного ухудшения медико-биологической обстановки». Результаты уже выполненных исследований изложены в работах Л. И. Эльпинера. Однако исследования по этой важнейшей проблеме должны быть продолжены и углублены. При построении развернутой программы дальнейших работ ее авторы — головные институты системы здравоохранения и головной по проблеме — ИВП АН СССР — исходили из необходимости: а) завершения начатого в X пятилетке изучения современных санитарных условий водопользования и состояния здоровья населения в зонах влияния трасс переброски; б) получения более полной оценки возможных изменений санэпидобстановки на этих территориях при реализации проекта и в) разработки уже не предварительных, а окончательных рекомендаций по предотвращению возможных отрицательных последствий переброски речного стока.

При этом, кроме уже решенных задач, возникают и дополнительные вопросы, подлежащие изучению. Они связаны с необходимостью получения более полных и конкретных гигиенических рекомендаций по организации хозяйственно-питьевого водоснабжения и санитарной охраны вод на водотоках с постоянными и переменными режимами и антирек. Для зон сокращения стока требуются гигиенические рекомендации по предотвращению процессов изменения качества воды (на участках водопользования населения) за счет переработки берегов и изменения взаимоотношений речного потока с подземными водами, за счет усиления процессов образования вторичных загрязнений в связи с выносом природных накоплений вредных веществ. Прежде всего эти работы необходимы применительно к водотокам, где ожидается значительное повышение водности.

Гигиенические аспекты рассматриваемой проблемы в XI и XII пятилетках должны быть расширены и за счет оценки влияния пестицидов на качество воды в пунктах водопользования в условиях переброски речного стока.

Гигиенической компетенции требуют и решения вопросов о последствиях смешения вод разных химических классов при переброске на АТС, вопросов, связанных с влиянием на качество во-

ды биохимической обстановки, изменения которой возможны при переброске.

Новые задачи возникают и на эпидемиологическом направлении работ. Они связаны с необходимостью изучения эпидобстановки в зонах с новыми гидрологическими условиями и требуют теснейшей координации с работами и гигиенического направления, обеспечивающего в необходимые для эпидемиологических прогнозов сроки данные, характеризующие санитарную обстановку. Здесь имеется необходимость проведения и научных исследований, например, для уточнения роли водного фактора передачи в различных условиях.

Остаются еще недостаточными эпидемиологические исследования для получения прогнозов изменения сибиро-язвенной обстановки, ситуации, связанной с наличием очагов эпизоотий туляремии, чумы, например, в междуречье Амударьи и Сырдарьи.

Целый ряд еще нерешенных задач имеется и на паразитологическом направлении исследований. Но, что самое важное, здесь еще не получили должного развития научные контакты с институтами, занимающимися экологическими прогнозами.

В то же время здесь более чем необходимо получение прогнозов изменений животного и растительного мира и опирающихся на них уточненных прогнозов изменений паразитологической обстановки.

Планируемый новый этап исследований еще не содержит медико-биологических аспектов, связанных с косвенным влиянием водного фактора на условия жизни. Это вопросы дальнейшего развития всего направления исследований, как части социально-экономического подхода к оценке трансформаций природной среды обитания человека.

Изменения в экологии водоемов (ИВП АН СССР, ИБВВ АН СССР, ВНИРО). В современных условиях экосистемы Оби и Иртыша и связанных с ними морских заливов и устья Оби находятся под угнетающим воздействием интенсивного загрязнения водоемов неочищенными промстоками. Неблагоприятно влияет на рыбные запасы нерациональное ведение промысла рыб. Без коренного изменения санитарного состояния водоемов и наведения порядка в рыболовстве эти бассейны в недалеком будущем потеряют промысловые запасы наиболее ценных рыб даже без переброски стока. Естественно, что переброска усугубит положение. Только за счет изъятия стока в объеме первой очереди прогнозируется потеря около 20,0 тыс. т уловов рыбы, т. е. около 50% современного и 40% от потенциально возможного вылова.

Приведенные выше краткие выводы были сформулированы головными организациями совместно с институтами-соисполнителями в результате коллективной десятилетней работы над проблемой.

Подробные результаты исследований приведены в литературе, перечень которой помещен в конце книги, а также в научном от-

чете по теме «Разработать и представить в Минводхоз СССР и Академию наук СССР обобщенные данные по прогнозам вероятных изменений природно-климатических экологических и др. условий в связи с первой очередью переброски части стока северных и сибирских рек в Среднюю Азию, Казахстан и в бассейн р. Волги в объеме 27,2—60 км³ воды в год, а также рекомендации по максимальному предотвращению отрицательных воздействий переброс стока на окружающую среду» (задание 04.01.Н1 проблемы 0,85.06).

Научный руководитель проблемы Г. В. Воропаев; заместители руководителя проблемы — А. Л. Великанов, А. А. Бостанджогло, А. Б. Авакян.

Ответственные представители головных организаций по разделам: Н. И. Коронкевич, А. С. Литвинов, И. Н. Степанов, В. В. Иванов, И. А. Шикломанов, Н. П. Гоптарев, А. А. Зенин, Г. В. Куликов, Ф. В. Стольберг, А. П. Иванов, Ю. В. Новиков.

Научные руководители от ИВП АН СССР: И. С. Зекцер, Д. Я. Раткович, Б. А. Фидман, Л. С. Кучмент, А. И. Будаговский, С. Л. Вендров, В. С. Каминский, С. Н. Крицкий, Л. И. Эльпинер, Н. В. Сомов, В. А. Вавилин, В. К. Дебольский, Г. Х. Исмайылов, Д. В. Коренистов, Л. П. Новоселова, Б. Г. Федоров, А. Г. Кочарян, В. А. Шаблевская.

Как указывалось в главе 4, ниже освящаются проблемы охраны и качества вод при переброске. В настоящем разделе обобщены результаты десятилетних исследований. При рассмотрении вопросов, по которым в настоящее время нет еще единого мнения даны разные точки зрения дискутирующих сторон. Приводится оценка результатов исследований, сделанная Госэкспертизой Госплана СССР и Комиссией ГКНТ СССР, а также намечены научные направления дальнейших исследований. Работа выполнялась Союзгипроводхозом, ГХИ, ГБИ АН УССР, ВНИВОДГЕО, ВНИИВО под общим руководством ИВП АН СССР.

Научные основы разработки водоохранных комплексов. Особенностью формирования качества вод в системах межбассейновых переброс стока является то обстоятельство, что водные объекты системы не функционируют как изолированные единицы. Экосистема каждого водного объекта входит составной частью в общую экосистему межбассейновой переброски стока, включая в себя экосистемы реки и водохранилищ зоны аккумуляции, участки канала, рек, антирек, регулирующих водохранилищ зоны транспортирования и использования переброшенного стока. Качество воды в системе переброски стока формируется во всех ее зонах. В искусственных водных объектах (каналы, водохранилища) существенную роль на процессы формирования качества воды оказывают принятые технические решения и режим эксплуатации этих объектов. Кроме того, каналы и водохранилища являются регуляторами стока в системе переброски и поэтому играют ключевую роль в управлении качеством воды во всех звеньях переброски.

Такие особенности структуры открывают определенные возможности для перераспределения технических средств водоохраны между зонами системы таким образом, чтобы заданный народнохозяйственный эффект достигался с наименьшими затратами. Для определения водоохранного эффекта при переброске стока рек ВНИИВО предложено выделить базисный, компенсационный и скорректированный водоохранные комплексы (БВК, КВК, СВК).

Водоохранный комплекс, действующий в настоящее время и намечаемый на перспективу в пределах рассматриваемого речного бассейна без учета переброски определен как базисный (БВК). Изъятие части стока из реки-донора, пополнение стока реки-реципиента изменяет водохозяйственную ситуацию так, что одновременно требует изменения базисных водоохранных комплексов в этих водных объектах.

Кроме этого, может потребоваться реализация комплекса водоохранных мероприятий по трассе переброски стока. Комплекс водоохранных мероприятий, который необходимо ввести в бассейне-источнике, на трассе переброски и в бассейне реки-водоприемника дополнительно, удовлетворяя требованию водопользователей системы переброски, принято называть компенсационными (КВК). Базисный водоохранный комплекс речного бассейна или всей системы переброски стока, измененный с учетом компенсационного водоохранного комплекса, определен как скорректированный водоохранный комплекс. Условно можно записать такое соотношение:

$$СВК = БВК + КВК$$

Очевидно, что возможны различные соотношения между БВК и СВК. В случае, если СВК$\leqslant$БВК, стоимость компенсационного комплекса будет иметь отрицательное значение, и ее величина может быть определена как дополнительный эффект переброски стока.

В основе расчета водоохранного комплекса лежит прогноз качества воды. Обычно процедура расчета производится следующим образом. По данным прогноза устанавливается потребность в водоохранных мероприятиях в створах по загрязняющим примесям, и определяется водоохранный комплекс.

Оценка современного состояния качества и охраны вод. Оценка современного состояния качества и охраны вод в водных объектах системы переброски выполняется для определения потребности в развитии водоохранных мероприятий.

Для характеристики современного состояния качества воды в водных объектах были использованы гидрохимические бюллетени, данные бассейновых инспекций, сведения санэпидстанций, обобщенных в отчете МНИИГ им. Эрисмана. Базисным годом для выборки показателей был принят маловодный 1976 год. По бюллетеням других лет показатели качества воды выбирались при расходах, близких к минимальным месячным расходам 95% обес-

Река, створ	Показатели							
	Цветность	pH	Кислород раствор	БПК полн.	Минерализация	Хлориды	Сульфаты	NH_4^+
ПДК водохоз.		6,5—8,5	4—6	3—6/3	1000	350	500	2,0
рыбохоз.						300	100	0,05
р. Обь г. Камень-на-Оби	24°—36°	7,9—8,0	11,7—12,8	2,38—2,42	130,8—195,0	2,7—8,2	16,5—18,8	0,09—0,40
г. Сургут	12°—44°	6,25—8,1	8,79—11,06	0,85—3,36	63,3—77,3	2,6—8,3	8,7—20,3	0,92—1,66
р. Тобол устье	24°—64°	5,8—7,05	8,0—10,2	2,5—5,6	180,0—220,0	14,8—52,0	9,8—45,0	1,34—2,44
г. Тобольск	8°—16°	7,4—7,6	5,09—6,38	3,44—5,4	198,0—282,7	21,9—12,4	26,8—21,5	0,40
р. Амударья створ Тюямуюн	1°	7,20	8,04	1,17	688,1	74,4	239,6	0,45
Ств. Темирбай	1°	7,8	10,11	1,84	535,2	112,7	156,7	0,14
р. Сырдарья Чардара	2°	8,20—8,25	7,09—12,2	3,7	1713,0—1726,0	155,5—162,6	830,0	0,12—0,16
г. Казалинск	2°	8,05	5,3	1,6	1937,0	230,0	790,0	0,10

печенности. В табл. 5.1 приводятся средневзвешенные показатели качества воды для створов рек-доноров и водоприемников за последние 5 лет (1976—1982 г.).

Данные таблицы показывают, что для качества вод сибирских рек характерны низкие показатели минерализации и ее составляющих и высокие значения показателей нефтепродуктов, металлов, фенолов.

Качество вод среднеазиатских рек характеризуется высокой минерализацией, особенно в низовых створах рек, наличием в этих водах пестицидов и сравнительно малыми значениями кон-

Таблица 5.1

в водных объектах Срединного региона

качества воды, мг/л

NO_2	NO_3	Нефтепродукты	СПАВ	Фенолы	Медь	Свинец	Цинк	Никель	Хром	Железо
0,08	10,0	0,3	0,5	0,001	1,0	0,10	1,0	0,1	0,1	0,5
	40,0	0,05	0,2	0,001	0,001	0,01	0,01	0,01	0,001	0,5
0,09	0,003—0,015	0,10	0,01—0,02	0,001	0,0014	0,0126	сл.	сл,	0,003	0,02—0,25
0,001—0,005	0,016—0,52	0,12—0,42	0,01—0,05	0,001—0,002	0,001—0,003	0,001	сл.	0,01—0,02	сл.	0,014—0,413
0,004—0,015	0,07—0,38	0,20—0,33	0,01—0,08	0,003—0,004	0,0008	0,006—0,008	сл.	0,02	сл.	0,01—0,20
0,009	0,10	0,1—0,33	0,02—0,03	0,001—0,009	0,003	0,001	0,001	0,002	—	0,27
0,057	0,22	0,8	0,062	0,017	сл.	—	—	—	—	0,01
0,02	1,3	1,61	0,062	0,035	сл.	—	—	—	—	0,01
0,06—0,11	0,80—1,20	3,25	0,22	0,0105—0,0142	сл.	0,002—0,006	—	—	—	0,01
0,70	4,04	0,16	0,02	0,012	сл.	—	—	—	—	0,01

центраций металлов, БПК, аммиака. Различие качества вод сибирских и среднеазиатских рек обуславливается неодинаковым влиянием тех или иных источников загрязнения. В бассейне р. Оби основными источниками загрязнения являются производственные, коммунально-бытовые, ливневые сточные воды, судоходство и маломерный флот. В бассейне Аральского моря основными источниками загрязнения природных вод являются возвратные и дренажные воды с орошаемых массивов, имеющие высокую минерализацию порядка 3—8 г/л. Доля возвратно-дренажных вод в этом бассейне из всех видов сточных вод составляет 90—92%.

Превышение ряда показателей качества воды в водных объектах региона над нормативными значениями показывает, что охрана вод развита здесь еще недостаточно.

Из водоохранных мероприятий в регионе получили распространение мероприятия в промышленности и коммунальном хозяйстве.

В табл. 5.2 сведены отчетные данные бассейновых инспекций, Союзводоканалпроекта и САНИИРИ.

Анализ табл. 5.2 показывает, что водоохранные мероприятия в промышленности и коммунальном хозяйстве Срединного региона развиты лучше, чем в среднем по СССР; из 6,5 км³/год загрязненных сточных вод в Срединном регионе 5,3 км³/год или 83% от общего количества проходят очистку, тогда как по СССР из 35 км³/год загрязненных стоков подвергались очистке 20 км³/год или всего только 60%, остальные объемы сточных вод сбрасывались без очистки.

Однако, из имеющихся в Срединном регионе очистных комплексов лишь третья часть имеет сооружения полной биологической очистки, и лишь единичные объекты оснащены сооружениями более интенсивных химической и физико-химической очисток.

Наиболее высокие показатели охвата водоохранными мероприятиями в промышленности и коммунальном хозяйстве в Срединном регионе имеют Средняя Азия и Казахстан, процент охвата здесь составляет соответственно 91% и 90%.

Водоохранные мероприятия в сельском хозяйстве развиты еще очень плохо.

В сельскохозяйственных населенных пунктах, как правило, канализованы общественные здания и производственный сектор, охват канализацией жилых домов составляет в настоящее время не более 10%. Технологическая схема канализации в сельскохозяйственных пунктах следующая: механическая обработка сточных вод и дальнейшее их использование на ЗПО. Хотя эта схема является положительной и перспективной, эксплуатируется она на современном уровне еще крайне слабо.

Мероприятия по обезвреживанию поверхностного стока с территории городов в Срединном регионе не проводятся.

Таким образом, несмотря на то, что в Срединном регионе охрана вод имеет лучшие показатели, чем в среднем по стране, уровень ее еще не достиг современных достижений в области охраны вод.

Прогноз водоотведения. Данные современного состояния качества воды показали необходимость осуществления водоохранных мер для восстановления и поддержания нормативного качества воды в рассматриваемых водных объектах.

За предыдущее пятилетие ряд научно-исследовательских и проектных институтов выполнил работы по прогнозам водопотребления и водоотведения по отраслям народного хозяйства. В отчете ВНИИ ЭУВХ по теме 0,85.06.03.13.Н2.Н3 дан обстоятельный анализ этих работ, на основании которого был выполнен прогноз

Таблица 5.2

Современное состояние охраны вод в промышленности и коммунальном хозяйстве

№№ п/п	Бассейн	Водоотведение, км³/год										Проектная мощность очистных сооружений, км³/год
		общее	незагрязненных вод	количество загрязненных сточных вод							сбрасываемых без очистки	
				всего	в том числе		направляемых на очист. сооруж.					
					производст.	коммун. быт.	всего		в т. ч. на биолог. оч. сооруж.			
							в км³/год	в % от общего к-ва загр. ст. вод	в км³/год	в % от общего к-ва загр. ст. вод		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Бассейн р. Оби	13,66	9,6	4,06	2,47	1,59	3,17	36	1,29	32	0,79	1,27
2	в т. ч. бассейн Иртыша	4,60	3,60	1,0	0,64	0,36	0,89		0,3		0,11	0,30
3	Бассейн р. Сырдарьи	4,45	2,14	2,31	1,33	0,98	2,10	91	1,35	58	0,21	1,38
4	Бассейн р. Амударьи	0,14	—	0,14	0,08	0,06	0,13	91	0,13	91	0,01	0,1
	Итого по региону:	18,25	11,74	6,51	3,88	2,63	5,50		2,77		1,01	2,7
	Всего по СССР	116,70	81,70	35,00	18,92	16,08	20,00	60	6,67	33	15,00	1,30

водопотребления и водоотведения в промышленности, коммунальном хозяйстве и теплоэнергетике.

В связи с «Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года», принятыми на XXVI съезде КПСС, появилась необходимость в коррективах прогнозов прошлых лет. Эти коррективы были выполнены Союзгипроводхозом.

В табл. 5.3 сравниваются итоговые значения водоотведения, полученные Союзгипроводхозом, с аналогичными значениями ВНИИЭУВХ. В промышленности и коммунальном хозяйстве объемы водоотведения по данным «Союзгипроводхоза» несколько выше значений I варианта (минимального) ВНИИЭВХ, но нигде не превышают значений водоотведения II варианта (максимального).

В теплоэнергетике расхождения в прогнозах на 1990—2000 гг. велики, данные ВНИИЭУВХ в 5—10 раз превышают значения Союзгипроводхоза. Эти расхождения объясняются тем, что в прогнозах ВНИИЭУВХ принят очень низкий процент водооборота, даже на новых теплоэлектростанциях предусматривается прямоточная система. Учитывая тенденцию в области водного хозяйства на сокращение водоотведения за счет максимального внедрения оборота воды на предприятиях и возможность осуществления этого на тепловых станциях Срединного региона, в ТЭО для расчета водоохранных мероприятий принят прогноз водоотведения «Союзгипроводхоза».

Водоотведение от сельского хозяйства принято по материалам областных и региональных институтов «Гипроводхоз». Поверхностный сток с территории городов слагается из суммы дождевых и тальных вод, которые определялись по СНиП II-32-74.

В табл. 5.4 дан прогноз водоотведения по отраслям народного хозяйства в бассейнах основных рек.

Общее водоотведение увеличивается за 25-летие в 1,5 раза: с 20 км^3/год в 1980 году; до 30 км^3/год в 2000 году. Резко увеличивается водоотведение в коммунальном хозяйстве — более чем в три раза, водоотведение в промышленности и теплоэнергетике остается примерно на прежнем уровне. Это объясняется намечающимся широким внедрением оборотных систем на тепловых станциях, в черной и цветной металлургии, химической и нефтехимической промышленности.

Прогноз качества вод. Институтом ВНИИВО были определены параметры и уровень водоохранных мероприятий для базисного водоохранного комплекса, при осуществлении которого в водных объектах, входящих в систему переброски, качество воды будет соответствовать нормативным требованиям. Этот уровень водоохранных мероприятий (назовем его В-1) предусматривает максимальный переход к безотходным и маловодным технологиям, применение высокоэффективных методов очистки по всем видам сточных вод.

Таблица 5.3

Сравнительная таблица объемов водоотведения в Срединном регионе

км³/год

Бассейн реки	Водоотведение	1980		1990		2000	
		Союзгипроводхоз	ВНИИЭУВХ НИИКВОВ	Союзгипроводхоз	ВНИИЭУВХ НИИКВОВ	Союзгипроводхоз	ВНИИЭУВХ НИИКВОВ
Бассейн Оби	Промышленность и коммунальное хозяйство	4,9	4,99	9,2	8,2—12,5	11,9	10,0—16
	теплоэнергетика	7,26	6,64	1,62	22,6—27,3	2,01	42,4—58
Бассейн Сырдарьи	промышленность и коммунальное хозяйство	1,9	1,58	2,2	2,2—3,1	3,0	3,0—4,3
	теплоэнергетика	1,9	2,17	2,7	5,9—10,1	2,9	9,4—18,3
Бассейн Амударьи	промышленность и коммунальное хозяйство	0,5	0,6	1,3	1,9—2,1	2,4	2,4—2,7
	теплоэнергетика	1,3	0,8	1,9	2,5—5,4	2,2	5,6—18,8
ИТОГО:	промышленность и коммунальное хозяйство	7,3	7,17	12,7	12,3—17,7	17,7	15,4—23
	теплоэнергетика	10,46	9,61	6,22	31—42,8	7,11	57,4—95

Таблица 54

Прогноз водоотведения

км³/год

Наименование отраслей народного хозяйства	1980 г.	1990 г.	2000 г.
Бассейн р. Тобол			
Жилищно-коммунальное хозяйство	0,5	1,1	1,3
Промышленность	0,6	1,0	1,1
Теплоэнергетика	0,2	0,1	0,25
Сельское хозяйство, без орошения	0,04	0,2	0,3
Рыбное хозяйство	—	—	—
Поверхностный сток с территории городов	0,19	0,21	0,22
Всего:	1,53	2,61	3,17
Бассейн р. Иртыша (без Тобола)			
Жилищно-коммунальное хозяйство	0,36	1,21	1,44
Промышленность	1,29	2,25	3,22
Теплоэнергетика	2,64	0,17	0,43
Сельское хозяйство, без орошения	0,04	0,28	0,39
Рыбное хозяйство	0,2	0,49	0,5
Поверхностный сток с территории городов	0,15	0,16	0,17
Всего:	4,68	4,56	6,15
Бассейн р. Оби (без Иртыша и Тобола)			
Жилищно-коммунальное хозяйство	0,49	1,29	1,66
Промышленность	1,64	2,27	3,21
Теплоэнергетика	4,4	1,28	1,32
Сельское хозяйство, без орошения	0,04	0,23	0,33
Рыбное хозяйство	0,03	0,08	0,08
Поверхностный сток с территории городов	0,23	0,25	0,26
Всего:	6,83	5,4	6,6

Продолжение таблицы 5.4

Наименование отраслей народного хозяйства	1980 г.	1990 г.	2000 г.
1. Бассейн р. Оби (с Иртышом и Тоболом)			
Жилищно-коммунальное хозяйство	1,35	3,5	4,34
Промышленность	3,53	5,52	7,53
Теплоэнергетика	7,22	1,61	2,0
Сельское хозяйство, без орошения	0,12	0,71	1,02
Рыбное хозяйство	0,23	0,57	0,6
Поверхностный сток с территории городов	0,57	0,62	0,65
Всего:	13,02	12,53	16,14
2. Бассейн р. Сырдарьи			
Жилищно-коммунальное хозяйство	0,98	1,65	2,4
Промышленность	1,0	0,54	0,63
Теплоэнергетика	1,9	2,78	2,94
Сельское хозяйство, без орошения	0,56	0,88	1,36
Рыбное хозяйство	0,12	0,37	0,40
Поверхностный сток с территории городов	0,08	0,09	0,1
Всего:	4,64	6,31	7,83
3. Бассейн р. Амударьи			
Жилищно-коммунальное хозяйство	0,19	1,03	2,0
Промышленность	0,31	0,32	0,38
Теплоэнергетика	1,33	1,96	2,20
Сельское хозяйство, без орошения	0,26	0,87	1,34
Рыбное хозяйство	0,08	0,28	0,30
Поверхностный сток с территории городов	0,04	0,05	0,05
Всего:	2,21	4,51	6,27
Всего по Срединному региону			
Жилищно-коммунальное хозяйство	2,52	6,28	8,14
Промышленность	4,84	6,38	8,54
Теплоэнергетика	10,45	6,35	7,14
Сельское хозяйство, без орошения	0,94	2,46	3,72
Поверхностный сток с территории городов	0,7	0,76	0,79
Рыбное хозяйство	0,43	1,22	1,3
Всего:	19,88	23,45	29,63

Водоохранный комплекс по В-1 превышает объем водоохранных мероприятий, запланированных в отраслях народного хозяйства. В этот комплекс (назовем его В-2) входят: использование традиционных методов очистки сточных вод, например, в коммунальном хозяйстве внедрение полной биологической очистки на аэротенках с доочисткой; переход к безводным и безотходным технологиям на отдельных предприятиях и т. д.

Для оценки эффективности осуществления варианта В-2 в бассейне р. Оби выполнен прогноз качества воды в объектах. Принято целесообразным также выделить и более детально рассмотреть проблему минерализации вод в среднеазиатских реках.

Условия формирования качества воды в каналах и водохранилищах существенно отличаются от условий формирования качества воды в естественных водоемах. К тому же эти процессы в искусственных водоемах изучены недостаточно. По этой причине прогноз качества воды в канале выделен в специальную главу, где эти исследования освещены более подробно.

Прогноз качества воды в реках Оби и Иртыше. Прогноз качества воды по рр. Обь, Иртыш в привязке к расчетным створам на расчетные уровни 1990—2000 гг. по отдельным ингредиентам выполнен на ЭВМ на основе оптимизационно-имитационной модели ВНИИВО с учетом трансформации неконсервативных примесей в результате процессов самоочищения, протекающих в поверхностных водотоках. Создан алгоритм «АКВАПЛАН-2», реализованный на языке PL/1 для ЭВМ ЕС-1022, в котором заложена система подсчета концентрации различных ингредиентов для заданной сети створов, различные варианты имитации водоохранной политики в бассейнах на перспективу, система контроля достоверности коэффициентов деструкции, основанная на сравнении заданных коэффициентов и коэффициентов, рассчитываемых по значениям начальных концентраций в контрольных створах и объемам выноса примесей в створах.

Входной информацией для программы является:

1. Суммарный сброс ингредиента по всему бассейну за период до прогнозируемого года.
2. Концентрация ингредиента в каждом створе в 1975 г.
3. Коэффициент самоочищающей способности реки между соседними створами.
4. Расходы воды в каждом створе в каждый из прогнозируемых периодов.
5. Количество створов по реке.
6. ПДК ингредиента.

Суммарный объем примесей в промышленных и коммунально-бытовых сточных водах принят по данным отраслевых институтов. Распределение суммарного сброса ингредиента по створам осуществляли с помощью коэффициента, соответствующего современному соотношению концентраций примесей в створах, считая, что эта тенденция сохранится в регионе и на перспективу.

Коэффициенты самоочищения определяли на основании данных ГХИ по оценке самоочищающей способности водоемов на заданных участках водных объектов. Процесс самоочищения зависит от скорости биохимического процесса и времени перемещения воды от n до n+1 створа.

Для незарегулированных водотоков время добегания определяется как отношение расстояния между створами по фарватеру реки и скорости течения реки в летне-осеннюю межень, полученными по данным гидрометслужбы.

Прогноз выполнен на уровень развития водоохранных мероприятий — В-2, предусмотренных отраслевыми институтами. Ниже приведен анализ результатов прогноза качества воды по отдельным бассейнам. Оценка результатов прогноза по материалам расчета проведена, исходя из классификации водных объектов в соответствии с их использованием в народном хозяйстве на перспективу (рыбохозяйственные требования).

В таблицах 5.5 и 5.6 приведены результаты прогноза качества воды на 1990—2000 гг. в расчетных створах рр. Обь и Иртыш.

Река Обь. В соответствии с прогнозом, представленным в таблице 5.5, в период 1990—2000 гг. можно ожидать следующего положения. По органолептическим показателям величина суммы отношений концентраций ингредиентов к ПДК превышает единицу в 5,6—15,3 раза на всем протяжении реки за счет повышенного содержания в воде нефтепродуктов и особенно фенолов. Так, концентрация фенолов при норме 0,001 млг/л в 1990 г. будет колебаться в пределах от 0,007 до 0,0079 мг/л и от 0,0032 до 0,004 мг/л в 2000 г.

По санитарно-токсикологическому ЛПВ по всей длине реки уже к 1990 г. превышений ПДК ингредиентов не ожидается.

По токсикологическому ЛПВ сумма отношений концентраций ингредиентов к ПДК превысит единицу во всех расчетных створах реки в 3—12,6 раза в 1990 г. и в 2,5—10,7 раза в 2000 г. Определяющими ингредиентами в этой группе являются цинк, железо и фосфор.

Самого неблагоприятного положения следует ожидать по рыбохозяйственному ЛПВ по всему течению реки. Высокие концентрации нефтепродуктов и фенолов обуславливают величину суммы отношений концентраций ингредиентов к ПДК в 1990 г. равную 10 в верхних створах Оби — гг. Барнаул и Камень-на-Оби; в створе Белогорья эта величина составит 17,6. К 2000 г. эта величина превысит единицу в 5,9—13,8 раза, а в створе Белогорья будет равна 13,8.

Таким образом, анализ данных, помещенных в табл. 5.5, показывает, что осуществление комплекса водохранных мероприятий по варианту В-2 не обеспечивает нормативного качества воды в р. Оби к 1990—2000 гг. при условии предъявления к водоему рыбохозяйственных требований.

Прогноз качества воды

Река — створ / Показатели качества воды	ПДК хозпит.	ПДК рыбохоз.	1990 год		
			г. Барнаул	г. Камень—на—Оби	г. Новосибирск
1	2	3	4	5	6
Общие показатели					
1. БПК полн.	⩽3	⩽3	0,667	0,667	0,838
2. Минерализация	1000	—	0,362	0,209	0,250
Органолептический ЛПВ					
1. Медь (Cu^{2+})	1,0	—	0	0	0
2. Железо (Fe^{3+})	0,5	—	1,03	1,041	1,087
3. СПАВ	0,5	—	0	0	0,029
4. Нефтепродукты	0,1	—	1,32	1,23	3,96
5. Фенолы	0,001	—	7,866	7,725	7,379
$\Sigma \frac{Ci}{ПДКi}$	⩽1	—	10,22	10,0	12,46
Санитарно-токсикологический ЛПВ					
1. Нитрат-ион (N_{03}^{-})	—	40,0	0,02	0,019	0,026
2. Хлориды	—	300	0,03	0,032	0,023
3. Сульфаты	—	100	0,234	0,252	0,224
$\Sigma \frac{Ci}{ПДКi}$		⩽1	0,284	0,303	0,273
Токсикологический ЛПВ					
1. Медь (Cu^{2+})	—	0,001	0	0	0
2. Цинк (Zn^{2+})	—	0,01	1,2	1,08	0,98
3. Свинец (Pb^{2+})	—	0,01	0	0	0,9
4. Фосфор (в соед.)	—	0,01	1,03	1,36	0,33
5. Железо (Fe^{3+})	—	0,5	1,03	1,041	1,087
6. СПАВ	—	0,5	0	0	0,029
$\Sigma \frac{Ci}{ПДКi}$	⩽	1	3,26	3,48	3,38
Рыбохозяйственный ЛПВ					
1. Нефтепродукты	—	0,05	2,64	2,64	7,92
2. Фенолы	—	0,001	7,866	7,725	7,379
$\Sigma \frac{Ci}{ПДКi}$	⩽	1	10,51	10,19	15,3

Таблица 5.5

в р. Оби на 1990—2000 гг.

			2000 год					
г Сургут	п. Белогорье	г. Салехард	г. Барнаул	г. Камень—на—Оби	г. Новосибирск	г. Сургут	г. Белогорье	г. Салехард
7	8	9	10	11	12	13	14	15
(отношение к ПДК)								
0,794	0,861	0,861	0,667	0,667	0,459	0,475	0,334	0,63
0,266	0,252	0,25	0,290	0,148	0,277	0,323	0,316	0,316
(отношение к ПДК)								
0	0,007	0,00	0	0	0	0	0,006	0,006
2,338	2,658	2,65	1,023	1,032	1,054	1,295	1,736	1,736
0,124	0,351	0,325	0	0	0	0,037	0,183	0,262
5,12	5,3	4,91	1,32	1,37	3,47	4,53	4,12	4,56
7,0	7,0	6,49	3,281	3,194	3,188	4,0	4,1	4,0
14,58	15,32	14,38	5,62	5,6	7,71	9,86	10,13	10,564
(отношение к ПДК)								
0,003	0,003	0,00	0,048	0,046	0,032	0,007	0,016	0,006
0,027	0,043	0,04	0,014	0,014	0,019	0,029	0,017	0,047
0,338	0,492	0,49	0,004	0,006	0,018	0,035	0,014	0,054
0,368	0,542	0,53	0,066	0,066	0,069	0,071	0,117	0,107
(отношение к ПДК)								
0	7,0	6,5	0	0	0	0	6,0	6,0
1,05	1,0	0,927	0	0	0,95	1,0	0,9	0,9
1,3	1,3	1,205	0	0	0,8	1,6	1,5	1,4
0,32	0,32	0,297	1,48	2,19	0,61	0,57	0,5	0,48
2,338	2,658	2,658	1,023	1,032	1,054	1,295	1,76	1,736
0,124	0,351	0,325	0	0	0	0,037	0,233	0,264
5,13	12,63	11,912	2,5	3,22	3,41	4,5	10,71	10,78
(отношение к ПДК)								
10,24	10,6	9,83	2,64	2,74	6,94	9,06	9,34	9,12
7,0	7,0	6,5	3,281	3,194	3,188	4,0	4,0	4,0
17,24	17,6	16,33	5,92	5,93	10,13	13,06	13,84	13,12

Показатели качества воды / Река — створ	ПДК водоемов санитарно-быт. водопольз., мг/л	ПДК водоемов рыбохоз. водополз., мг/л	1990 год		
			г. Усть-Каменогорск	г. Семипалатинск	г. Павлодар
1	2	3	4	5	6
Общие показатели					
1. БПК полн.	≤3	≤3	0,843	0,864	0,817
2. Минерализация	1000	—	0,02	0,20	0,23
Органолептический ЛПВ					
1. Медь (Cu^{2+})	1,0	—	0,009	0,008	0,011
2. Железо (Fe^{3+})	0,5	—	0,238	2,046	1,986
3. СПАВ	0,5	—	0,1	0,092	0,111
4. Нефтепродукты	0,1	—	10,47	9,38	4,1
5. Фенолы	0,001	—	2,78	3,673	2,889
$\Sigma\frac{Ci}{ПДКi}$	≤1	—	13,60	15,20	9,10
Санитарно-токсикологический ЛПВ					
1. Нитрат-ион (NO_3^-)	10,0	40,0	0,058	0,09	0,058
2. Хлориды	—	30,0	0,025	0,10	0,23
3. Сульфаты	—	100	0,33	0,69	0,98
$\Sigma\frac{Ci}{ПДКi}$	—	≤1	0,413	0,88	1,27
Токсикологический ЛПВ					
1. Медь (Cu^{2+})	—	0,001	9,0	8,0	11,0
2. Цинк (Zn^{2+})	—	0,01	4,6	5,9	7,1
3. Свинец (Pb^{2+})	—	0,01	0,1	0,2	0,2
4. Железо (Fe^{3+})	—	0,1	1,19	10,23	9,93
5. Фосфор (в соед.)	—	0,1	0,011	0,016	0,019
6. СПАВ	—	0,5	0,1	0,092	0,111
$\Sigma\frac{Ci}{ПДКi}$	—	≤1	15,0	24,44	28,36
Рыбохозяйственный ЛПВ					
1. Нефтепродукты	—	0,05	20,94	18,76	8,2
2. Фенолы	—	0,001	2,78	3,673	2,889
$\Sigma\frac{Ci}{ПДКi}$	—	≤1	23,7	22,4	11,09

Таблица 5.6

в р. Иртыш на 1990—2000 гг.

			2000 год					
г. Омск (нижеустья Оми)	г. Тобольск (нижеустья Тобола)	г. Ханты—Мансийск	г. Усть—Каменогорск	г. Семипалатинск	г.Павлодар	г. Омск (ниже устья Оми)	г. Тобольск (ниже устья Тобола)	г. Ханты—Мансийск
7	8	9	10	11	12	13	14	15
(отношение к ПДК)								
0,845	0,724	0,815	0,682	0,667	0,599	0,609	0,472	0,571
0,29	0,29	0,30	0,25	0,25	0,30	0,31	0,30	0,30
(отношение к ПДК)								
0,01	0,009	0,012	0,009	0,007	0,0087	0,008	0,008	0,009
1,884	3,088	2,326	0,238	2,382	2,504	2,484	3,494	2,704
0,067	0,020	0,654	0,02	0,007	0,016	0,001	0,10	0,572
3,48	1,66	1,52	6,51	4,67	2,90	3,90	1,14	1,53
8,114	3,908	6,583	1,862	2,371	1,863	4,973	2,41	4,273
13,56	8,69	11,10	8,64	9,44	7,29	11,37	7,8	9,09
(отношение к ПДК)								
0,06	0,049	0,047	0,122	0,179	0,132	0,133	0,19	0,112
0,34	0,26	0,17	0,02	0,1	0,25	0,41	0,34	0,22
0,87	1,86	1,37	0,30	0,73	1,14	1,08	2,14	1,67
1,27	2,17	1,59	0,44	1,01	1,52	1,52	2,65	2,0
(отношение к ПДК)								
10,0	9,0	12,0	9,0	7,0	8,7	8,0	8,0	9,0
5,2	2,6	1,4	2,8	4,0	5,6	3,9	1,2	0,3
1,2	1,2	1,2	0,1	0,2	0,3	1,3	1,4	1,5
9,42	10,54	11,64	1,19	11,91	12,52	12,42	17,4	13,52
0,022	0,029	0,035	0,015	0,025	0,032	0,037	0,04	0,054
0,067	0,02	0,654	0,02	0,007	0,016	0,001	0,00	0,572
25,91	23,39	26,93	13,13	23,14	27,17	25,66	28,6	24,95
(отношение к ПДК)								
6,96	3,32	3,04	13,2	9,34	5,80	7,80	3,48	3,06
8,114	3,908	6,583	1,86	2,37	1,863	4,973	2,64	4,273
15,074	7,228	9,623	14,8	11,71	7,663	12,773	6,121	7,333

Река Иртыш. Представленные в табл. 5.6 данные прогноза качества воды р. Иртыш на перспективу 1990—2000 гг. позволяют сделать следующие выводы.

По органолептическому ЛПВ величина суммы отношений концентраций ингредиентов к ПДК будет превышать единицу по всем створам реки в 7—15 раз. Такая картина обуславливается высоким содержанием в воде Иртыша нефтепродуктов, фенолов и железа.

При норме железа 0,5 мг/л концентрации его в воде достигают 0,75—1,75 мг/л. Превышающий ПДК железа не ожидается только в створе Усть-Каменогорска. Концентрации нефтепродуктов при норме 0,1 мг/л могут достичь 0,153—1,05 мг/л в 1990 г. и 0,153—0,967 мг/л в 2000 г. по течению реки; концентрации фенолов при норме 0,001 мг/л будут превышать ПДК в 2—8 раз в 1990 г. и в 2—5 раз в 2000 г. По санитарно-токсикологическому и общесанитарному ЛПВ превышающий ПДК не следует ожидать на всем протяжении реки уже к 1990 г. Неблагоприятную картину следует ожидать по токсикологическому ЛПВ во всех створах реки. Так, к 1990 г. величина суммы отношений концентраций ингредиентов к ПДК превысит единицу в 15—27 раз, а к 2000 г. эти превышения составят 13—27 раз. Самое неблагоприятное положение ожидается в створе г. Павлограда. Определяющими ингредиентами являются медь, цинк и железо, концентрации которых превысят ПДК соответственно: к 1990 г.— в 8—12 раз, 1,4—7 раза, 1,2—11,6 раз, а к 2000 г.— в 7—9 раз, 1,2—5,6 раза и 1,2—17,5 раза.

За счет высоких концентраций в Иртыше нефтепродуктов и фенолов по рыбохозяйственному ЛПВ следует также ожидать значительных величин суммы отношений концентраций ингредиентов к ПДК: 10—24 к 1990 г. и 6—12,8 к 2000 г.

Выполненный прогноз качества воды в р. Иртыш свидетельствует о том, что комплекс водоохранных мероприятий, предусмотренный в бассейне р. Иртыш по варианту В-2, не обеспечивает нормативного качества воды для водоема рыбохозяйственного пользования на весь рассматриваемый период.

Прогноз качества воды в главном Сибаральском канале. Прогноз изменения качества воды в канале выполнялся для первой очереди с объемом переброски 27,2 км³ воды в год с режимом водоподачи: 6 летних месяцев — 1150 м³/с, 6 зимних месяцев — 650 м³/с.

Канал прокладывается в естественном русле, без облицовки, за исключением бетонного участка протяженностью 95 км (от 1490 до 1585 км). Химический состав вод в голове канала будет характеризоваться гидрохимическим составом смеси стока рек Иртыша, Тобола и Оби в разных сочетаниях в течение года.

В табл. 5.7 приведен состав воды в канале переброски для самого неблагоприятного сочетания смешения, который принят исходным для расчета.

При прогнозировании качества воды по трассе канала учитывались следующие факторы:

— фильтрация воды из канала,
— испарение,
— приток минерализованных грунтовых вод,
— поверхностный сток,
— выщелачивание солей из грунтов ложа водохранилища,
— возвратные воды от орошения,
— сточные воды от населенных пунктов,
—утечки от маломерного флота.

Воздействие перечисленных факторов учитывалось в условиях установившегося движения воды в канале. Одним из основных факторов, оказывающих влияние на изменение солевого состава и об-

Таблица 5.7

Качество воды в начальном створе главного канала переброски (I очередь) — исходные данные, мг/л

Показатели качества воды, мг/л	ПДК Рыбохоз., мг/л	Иртыш (створ Ханты-Мансийск)	Обь (створ Белогорье)
1	2	3	4
1. БПК полн.	3,0	2,45	2,59
2. Минерализация	1000*	251	252
3. Хлориды	300	50,25	12,96
4. Сульфаты	100	137,43	49,24
5. Аммиак (по азоту)	0,05	1,94	0,86
		0,05	0,05
6. Фенолы	0,001	0,007	0,007
		0,001	0,001
7. Нефтепродукты	0,05	0,152	0,530
		0,05	0,05
8. СПАВ	0,5*	0,327	0,176
9. Цианиды	0,05	0,023	0,008
10. Медь	0,001	0,012	0,007
		0,001	0,001
11. Цинк	0,01	0,014	0,01
12. Железо	0,5*	1,164	1,329
13. ФОП	0,05*	0,003	0,012
14. Фосфор	0,1	0,035	0,032
15. Калий	50	0,75	0,017

Примечание: Дробью указана концентрация ингредиентов: числитель соответствует уровню водоохранных мероприятий В-2, знаменатель — В-1.

* ПДК приведены для водоемов хоз-питьевого назначения.

щей минерализации воды в канале, является подток минерализованных грунтовых вод.

Приток грунтовых вод в канал может иметь место на участках 373—533 км и 700—900 км, где уровень стояния грунтовых вод на 5÷21 м выше эксплуатационного уровня воды в канале.

В табл. 5.8 приводятся данные на основании полевых изысканий Тургайской и Жаркольской гидрогеологических партий 15-й экспедиции Гидроспецгео МинГЕО СССР.

Таблица 5.8

Данные для определения фильтрационного притока грунтовых вод в канал

№ п/п	Участок канала, км	К/коэффициент фильтрации, м/сут	Длина участка, км	Средняя минерализация грунтовых вод на участке ,г/л	Разность уровней грунтовых вод и уровней в канале, м	Расстояние от водоупора до свободной поверхности в канале, м
1	373—533	1	160	1,29	11,0	15,0
2	700—711	0,28	11	3	5	44
3	711—800	0,28	89	17,40	5	14
4	800—870	1	70	7,05	21,0	14
5	870—890	1	20	10,1	21,0	25
6	890—990	1	100	15,1	21,0	60

Интенсивность притока грунтовых вод $q_{пр}$ в канал зависит от времени и уменьшается с увеличением времени, согласно соотношению:

$$q_{пр} = K_р (H_0 - H_1) \sqrt{\frac{(H_0 + H_1)\, m'}{3K_р\, t}} \left(1 + \frac{2T}{H_0 + H_1}\right), \qquad (1)$$

получаемому путем приближенного интегрирования уравнения нестационарной одномерной фильтрации Буссинеска по способу последовательной смены стационарных состояний (ПССС),—

где: t — время, отсчет которого ведется с начала установления эксплуатационной глубины потока в канале,

$K_р$ — коэффициент фильтрации грунтов;

m^1 — их активная пористость;

H_1; H_0 — соответственно глубина потока в канале и начальная высота слоя грунтовых вод, отсчитываемая от дна канала;

T — толщина водоносного грунта под дном канала.

Приток грунтовых вод в канал уменьшается во времени и через год после начала эксплуатации канала составит 5—6 м³/с.

В пределах участка 810—951 км по трассе канала расположены озера с несколько повышенной минерализацией. Суммарный приток воды из озер в канал согласно расчетам оказывается на поря-

док меньше указанного выше притока грунтовых вод, а максимальная минерализация не превосходит 8 г/л. В связи с этим очевидно, что влияние их на повышение минерализации в канале незначительно.

На остальных участках проектный уровень воды в канале будет располагаться выше естественного уровня грунтовых вод, здесь будет происходить фильтрация воды из канала.

Влияние орошения на изменение качества воды в канале не будет сказываться. Это объясняется тем, что по всей трассе канала, за исключением междуречья рр. Сырдарьи и Амударьи, в силу геоморфологических и гидрогеологических условий, взаимодействия вод с массивов орошения с водами канала не происходит, т. е. приток возвратных вод в канал практически исключается.

Большинство массивов орошения расположено гипсометрически значительно выше канала. Грунтовый сток с них дренируется либо местной гидрографической сетью, либо Тургайской ложбиной. Канал переброски расположен в днище Тургайской ложбины в толще озерно-аллювиальных пород четвертичного возраста, причем водоносные горизонты в этих отложениях не связаны с отложениями олигоцена и неогена, к которым приурочены массивы орошения. При проектировании массивов орошения дренажный сток с них перехватывается коллекторно-дренажной сетью и направляется в ближайшие водотоки, пропускаемые под каналом. На участке канала (1875—1925 км) в пределах междуречья рр. Сырдарьи и Амударьи, где массивы орошения непосредственно прилегают или пересекаются трассой канала, в ТЭО предусматривается двусторонний горизонтальный и комбинированный дренаж в соответствии с работой ВНИИ ВОДГЕО «Рекомендации по составу и объему защитных мероприятий на трассе Главного канала переброски». При условии поступления в дрены минерализованных возвратных вод с массивов орошения дренажные воды будут сбрасываться в сухие русла рр. Инкадарьи и Жанадарьи, тем самым исключается их попадание в канал.

Рассмотрена возможность загрязнения воды в канале населенными пунктами и промышленными объектами, расположенными в зоне его влияния.

Расчет показывает незначительный рост концентрации загрязняющих веществ от этого источника загрязнения.

Для расчета изменения качества воды в канале принята система уравнений гидродинамики, массопереноса (диффузии) и теплопереноса.

В результате решения уравнений ВНИИ ВОДГЕО получена расчетная зависимость для прогнозирования по длине канала изменения концентрации «FS» примесей при стационарном и квазиравномерном течении водного потока.

Для нефтепродуктов прогнозы выполнены с учетом их поступления по всей длине канала за счет потерь от маломерного флота в количестве 10 тыс. единиц из расчета утечек с каждой единицы

12 кг/год. Результаты расчетов сведены в таблицу 5.9. Прогнозные расчеты качества воды показывают уменьшение концентраций показателей загрязняющих веществ в конце канала.

Таблица 5.9

Прогноз качества воды главного канала при переброске I очереди

Ингредиенты, мг/л	ПДК водоемов рыбхоз водопольз., мг/л	Расстояние от начального створа			
		начальный створ	1000 км	1400 км	2230 км
БПК	3—6	2,45	1,76	1,7	1,7
Аммиак	0,05	1,94	0,178	0,038	0,003
		0,05	0,005	0,007	0,007
Нефтепродукты	0,05	0,50	0,27	0,159	0,076
		0,05	0,03	0,015	0,009
Фенолы	0,001	0,007	0,0006	0,00013	0,00044
		0,001	0,0001	0,0001	0,0001
СПАВ	0,5*	0,33	0,17	0,04	0,03
Медь	0,001	0,012	0,002	0,001	0,001
		0,001	0,0005	0,0005	0,0005
Цинк	0,01	0,014	0,01	0,008	0,008
ФОП	1	0,012	0,006	0,001	0,001
Цианиды	0,05	0,023	0,001	0,001	0,001
Фосфор (в соед.)	0,1	0,035	0,015	0,003	0,003
Железо	0,5*	1,33	0,85	0,6	0,5

Примечание: Дробью указана концентрация ингредиентов: числитель соответствует уровню водоохранных мероприятий В-2, знаменатель — В-2.

* ПДК для водоемов хозпитьевого назначения.

Особое внимание уделено прогнозу минерализации воды в канале переброски. Это прежде всего вызвано тем, что в некоторых научных отчетах приводятся прогнозы по минерализации, весьма отличающиеся друг от друга. Так, например, в отчете института географии АН СССР по заданию ГКНТ СССР 0.85.06.03.07.1978 г. минерализация воды в канале прогнозируется в первый год равной от 9,6 г/л до 1,4 г/л, причем главной причиной повышения минерализации воды в канале является выщелачивание солей из грунтов ложа Тегизского водохранилища.

Значение минерализации воды в канале, приведенное в отчете ИГ АН СССР, рассчитывалось КазНИИгидрогеологии и гидрофизики. Анализ принятых исходных данных и непосредственно расчета выявил некоторые ошибочные положения.

К примеру, количество солей в грунтах ложа водохранилища подсчитано для акватории водохранилища II очереди строительства, а объем воды в водохранилище принят для I очереди.

По заданию ГКНТ ВНИИВОДГЕО было проведено специальное исследование по прогнозированию качества воды в водохранилищах.

Увеличение минерализации в Тегизском водохранилище ВНИИВОДГЕО определялось по зависимости (2), полученных также в результате решения уравнений, в которых учитывались также испарение и фильтрация

$$\bar{C}_1 = \frac{(\bar{C}W)_{i-1}\left[1-\left(K+\frac{Q_ф}{W_{i-1}}\right)\tau\right]+(\bar{C}_к Q_к+\bar{C}_{пр} Q_{пр}-\bar{C}_{сб} Q_{сб})\tau}{W_{i-1}+\tau(\bar{Q}_к+\Sigma\bar{Q}_{пр}-\bar{Q}_ф-\bar{Q}_{исп}-Q_{сб})} \qquad (2)$$

$\bar{C}_1$ — средняя для водохранилища минерализация к концу интервала времени;

$\bar{C}_{1-1}$ — то же к моменту $\tau=0$,

W_{1-1} — объем воды в водохранилище к моменту времени $\tau=0$;

$Q_к$ — расход, поступающий в водохранилище из канала;

$Q_ф$ — расход, идущий на фильтрацию из водохранилища;

$Q_{исп}$ — испарение;

$Q_{сб}$ — сброс из водохранилища;

$Q_{пр}$ — приток в водохранилище (например, сток с водосборной площади);

$C_к$; $C_{пр}$; $C_{сб}$ — концентрации, отвечающие расходам $Q_к$; $Q_{пр}$; $Q_{сб}$

Расчет по этому уравнению дает величину прироста минерализации в водохранилище от испарения 65 мг/л.

В практическом отношении наибольший интерес представляет увеличение минерализации воды в момент заполнения водохранилища, которое будет происходить за счет выщелачивания солей из грунтов ложа водохранилища.

Расчетное соотношение для момента времени $T_м$, соответствующего площади зеркала водохранилища $\Omega_м$ записывается в виде:

$$C_{т_м} = \frac{C_{пр} Q_{пр}}{Q_{пр}-Q_{исп}} + \frac{m' C_{го} \Omega_м \sqrt{\frac{D_г}{T_м}}}{(1+2y)(Q_{пр}-Q_{исп})+(1-2y)(Q_{от}+Q_ф)} \qquad (3)$$

где $D_г$ — коэффициент диффузии $=10^{-9}$ м^2/сек;

m — коэффициент пористости $=0{,}3$

y — показатель степени в выражении $\frac{\Omega}{\Omega_m}=\left(\frac{W}{W_m}\right)^y$

максимально возможное значение $y=\frac{1}{2}$

$\Omega_т = 520 \cdot 10^6$ м^2;
$T_т = 15{,}75 \cdot 10^6$ сек;
$Q_{пр} = 600$ м^3/сек;
$Q_{от}$ и $Q_ф$ — малые величины, не принимаются во внимание.
$Q_{исп} = 26$ м^3/сек.

По формуле (3) минерализация, обусловленная диффузионным выщелачиванием соли из грунтов чаши водохранилища равна 10,8 мг/л

Некоторое увеличение минерализации воды в Главном канале переброски может произойти после ответвления Сырдарьинского канала, в этом случае влияние испарения с водной поверхности будет более ощутимым. По данным ВНИИ ВОДГЕО при самых неблагоприятных условиях увеличение минерализации воды может составить на этих участках не более 15%, что соответствует значению минерализации воды в конце канала 488 мг/л, а в конце Сырдарьинского канала 555 мг/л.

Результаты исследований ВНИИВОДГЕО и КазНИИ гидрогеологии и гидрофизики отличаются друг от друга только в первые годы эксплуатации канала. По прогнозу КазНИИГиГ минерализация воды в первый год эксплуатации изменяется с 3,6 до 1,4 г/л. В последующие годы прогнозы обоих институтов минерализации воды в конце канала будет снижаться и после 5 лет его эксплуатации уменьшится до 0,5—0,6 г/л.

В ИВП АН СССР (В. С. Каминский, А. Г. Качарян) считают, что при детализации и уточнении исходных данных оценочный прогноз минерализации в Сибаральском канале должен быть откорректирован по методике ВОДГЕО.

Прогноз качества воды в реках Сырдарье и Амударье. В основу прогноза качества воды в реках Сырдарье и Амударье положены работы САНИИРИ.

По р. Сырдарье расчет прогноза качества воды выполнен на расчетные уровни 1990—2000 гг. по следующим створам:

1. Верхнее течение (Кайраккумское водохранилище).
2. Среднее течение (Чардаринское водохранилище).
3. Нижнее течение (Казалинский гидроузел).

Из таблицы 5.10, в которой прогноз выполнен без учета перебрасываемого стока сибирских рек, видно, что по всем показателям, кроме общей минерализации и ее составляющих, качество воды в реке удовлетворяет требованиям, предъявляемым к водоемам хозпитьевого и рыбохозяйственного назначения. Так, концентрации БПК (показатель органических примесей) будут колебаться от 1,0 до 1,8 мг/л, при ПДК для хозпитьевых водоемов равной 3 мг/л.

Содержание растворенного кислорода будет также достаточно высоко от 7 до 12 мг/л. Концентрации металлов значительно ниже предельных значений прогнозируются по всей длине реки.

Значения показателей нефтепродуктов и фенолов также не будут превышать нормативных.

Таблица 5.10

Прогноз качества воды в р. Сырдарье

Показатели, мг/л	ПДК рыбохоз.	Кзыл-кишлак	Чардаринское в-ще	г. Казалинск	Кзыл—кишлак	Чардаринское в-ще	г. Казалинск
	1990 г.				2000 г.		
Растворенный кислород	6,0	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
БПК полн.	3,0	1,2	1,6	1,8	1,0	1,3	1,5
Минерализация		1120	1530	2700	1120	1650	2950
Хлориды	300	150	180	390	150	390	450
Сульфаты	100	450	660	1210	450	690	1260
Азот общ.		3,06	4,88	5,5	3,1	5,26	5,25
СПАВ	0,5	0,01	0,13	0,05	0,005	0,02	0,03
Медь	0,001	0,0003	0,0007	0,001	0,0002	0,0005	0,0007
Цинк	0,01	0,005	0,007	0,01	0,005	0,007	0,01
Нефть	0,05	0,01	0,03	0,04	0,005	0,02	0,03
Фенолы	0,001	0	0,0005	0,001	0	0,0005	0,001

Повышенное значение минерализации воды в р. Сырдарье прогнозируется в период полного использования собственных ресурсов уже по выходе из Қайраккумского водохранилища 1,12 г/л. Известно, что для водоемов хозпитьевого назначения предельная норма по минерализации составляет 1,0 г/л. В отдельных случаях с разрешения санитарно-эпидемиологических служб допускается использование для хозпитьевого водоснабжения воды с минерализацией до 1,5 г/л.

Если даже принять величину 1,5 г/л за предельно допускаемую концентрацию минерализации, то и в этом случае, начиная с Чардаринского водохранилища минерализация воды в реке превышает эту величину.

Анализ таблицы 5.11 показывает, что в р. Амударье наблюдается ситуация аналогичная ситуации в р. Сырдарье.

По всем показателям, кроме показателей минерализации, качество воды в Амударье соответствует требованиям, предъявляемым к водоемам хозпитьевого назначения. Повышенное содержание показателей минерализации следует ожидать уже в створе Чарджоу, в створе Тюямуюн — минерализация прогнозируется в 1990 году равной 2,3 г/л, в створе Тахиаташ минерализация будет еще выше, порядка 3,4 г/л. От створа Керки и до Аральского моря в перспективе будет наращиваться абсолютное содержание главных ионов.

Таблица 5.11

Прогноз качества воды в р. Амударье

Показатели мг/л	ПДК рыбохоз.	Керки	Тюямуюн	Тахиаташ	Керки	Тюямуюн	Тахиаташ
	1990 г.				2000 г.		
Растворенный кислород	6,0	8,0	9,0	10,0	8,0	9,0	10,0
БПК полн.	3,0	1,65	1,75	2,0	1,5	1,75	2,0
Минерализация	—	540	2300	3400	540	3600	3700
Хлориды	300	90	620	950	90	770	1104
Сульфаты	100	160	650	1020	160	940	1110
Азот общ.	—	1,7	2,2	2,3	1,7	2,2	2,3
СПАВ	0,5	0,01	0,02	0,03	0,04	0,01	0,02
Медь	0,001	0,0002	0,0005	0,0007	0,0002	0,0005	0,0007
Цинк	0,01	0,004	0,005	0,008	0,004	0,005	0,008
Нефть	0,05	0,01	0,02	0,03	0,004	0,01	0,02
Фенолы	0,001	0	0,0004	0,0005	0	0,0004	0,0005

Прогноз изменения качества воды в реках Сырдарья и Амударья при переброске части стока выполнен на основании следующих материалов.

— Фоном для прогноза качества воды среднеазиатских рек при переброске части стока сибирских рек послужил прогноз этих рек без учета переброски, представленный в предыдущем параграфе.

— Распределение перебрасываемого стока в объеме I очереди — 27,2 км^3/год показано на рис. 5.5.

— Качество воды сибирских рек принималось с учетом его изменения по трассе канала переброски.

Так как прогнозные показатели органических соединений, нефтепродуктов, фенолов, тяжелых металлов, СПАВ в сибирской воде в створе смешения соответствуют аналогичным показателям воды среднеазиатских рек, то и после смешения вод эти показатели не изменятся и будут равны нормативным значениям. Показатели минерализации воды среднеазиатских рек после смешения изменятся.

Из рис. 5.6 видно, что после смешения с сибирской водой минерализация воды в р. Сырдарьи синжается до 1,5 г/л.

В солевом составе смешанной воды ожидается снижение концентрации сульфатов и хлоридов.

В р. Амударье (рис. 5.7) минерализация воды и после смешения с сибирской водой остается выше нормы. Даже после смешения здесь потребуется проведение специальных мероприятий для снижения минерализации и некоторых показателей солевого состава.

ЛИНЕЙНАЯ СХЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК НА I ОЧЕРЕДЬ ПЕРЕБРОСКИ

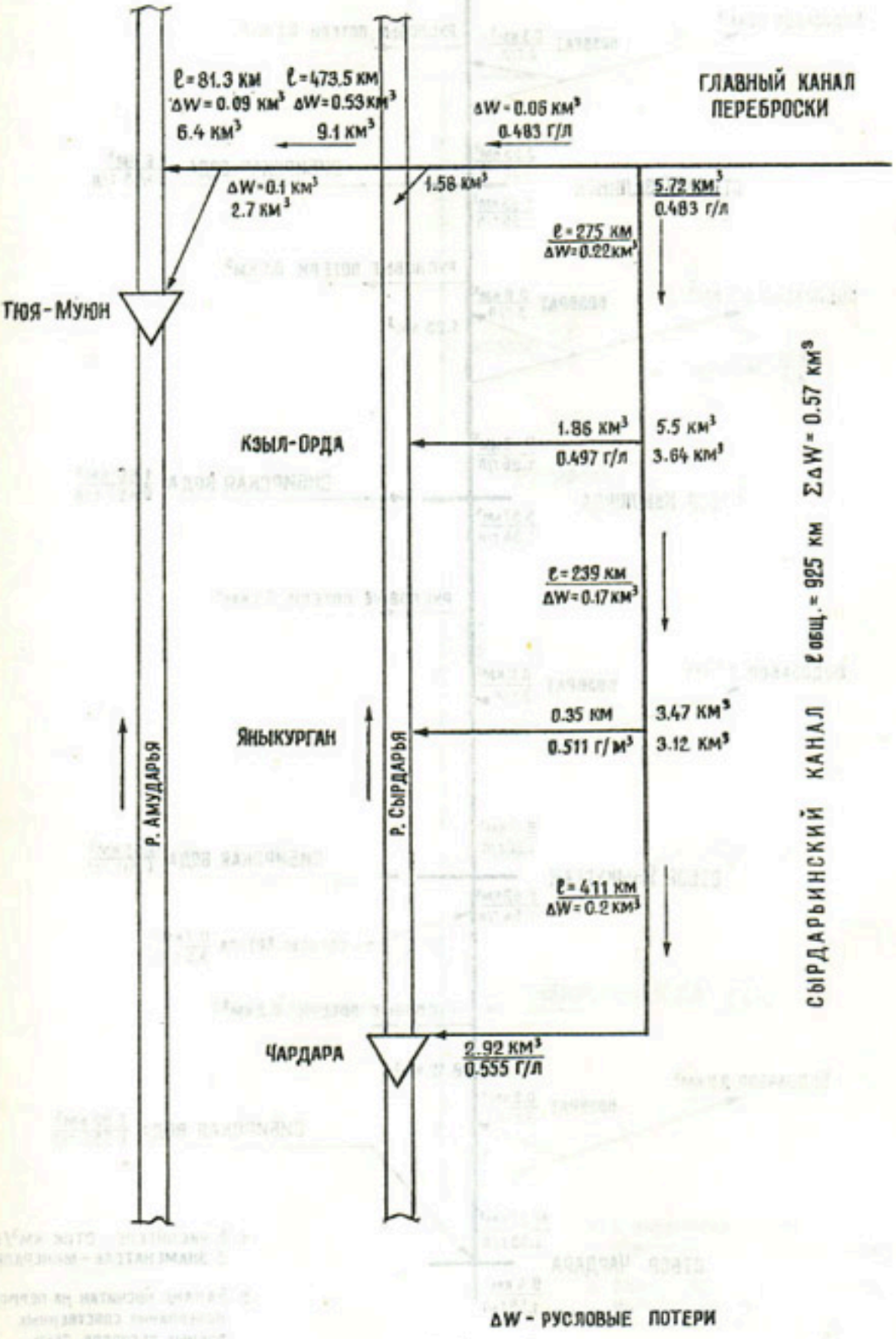
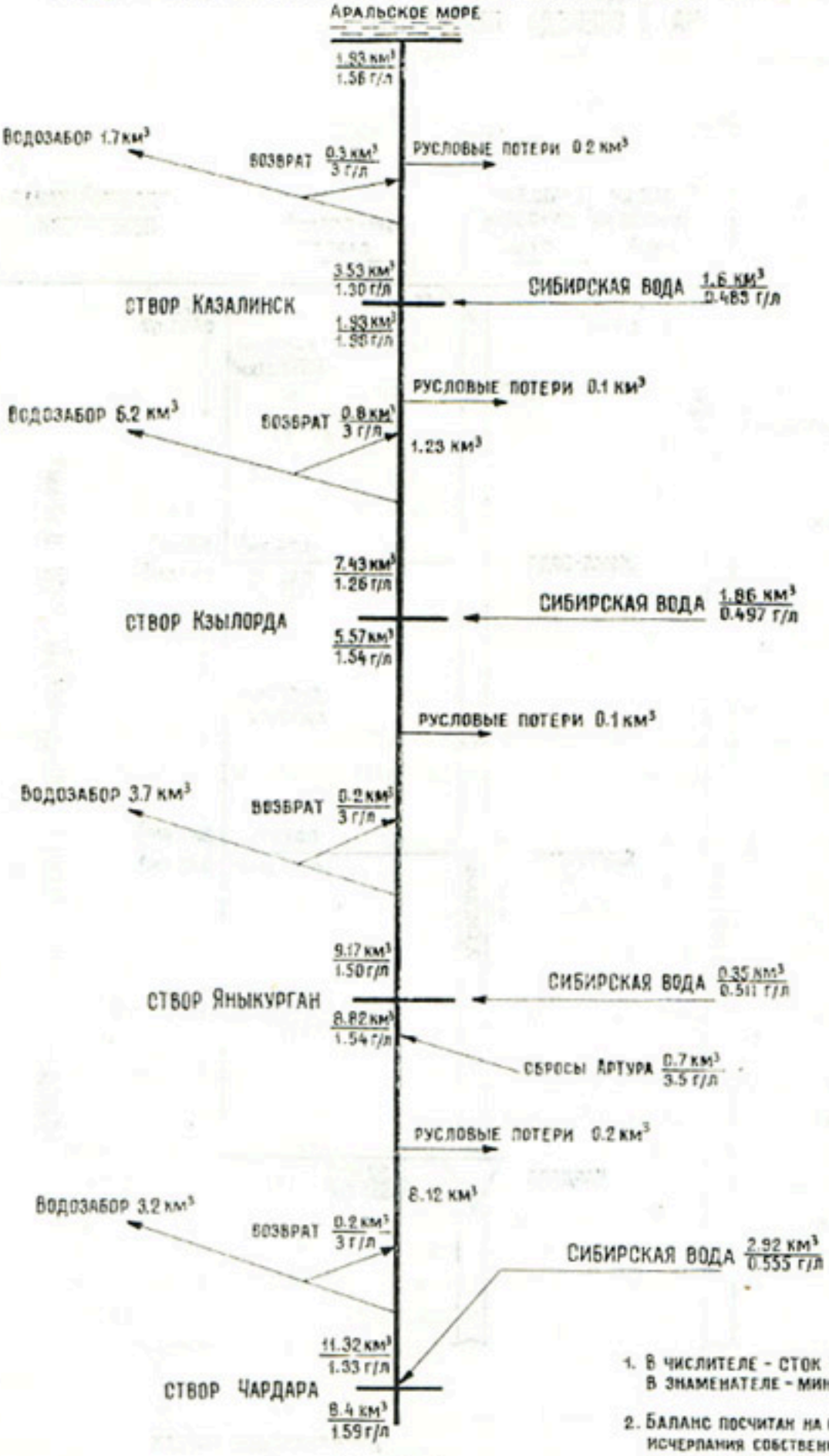


Рис. 5.5

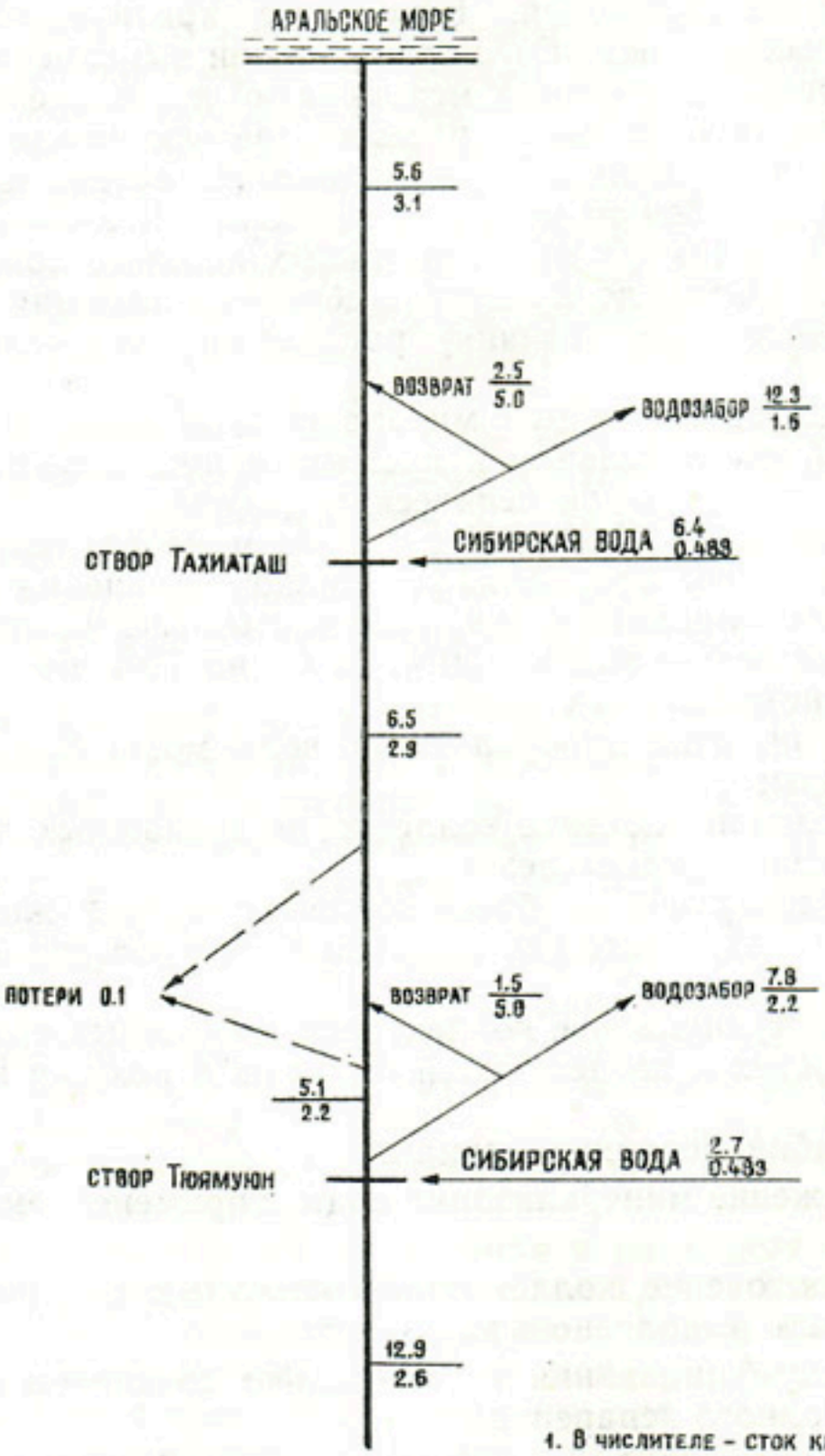
Схема водносолевого баланса нижнего течения р. Сырдарьи
с учетом подачи сибирской воды (I очередь переброски)



1. В числителе - сток км³/год
В знаменателе - минерализация г/л
2. Баланс посчитан на период исчерпания собственных водных ресурсов реки.

Рис. 5.6

Схема водносолевого баланса нижнего течения р. Амударьи
с учетом подачи сибирской воды (I очередь переброски)



1. В числителе – сток км³/год
   В знаменателе – минерализация г/л
2. Баланс посчитан на период исчерпания собственных водных ресурсов реки.

Рис. 5.7

Мероприятия по снижению миннерализации воды в реках Сырдарье и Амударье. Рост минерализации воды среднеазиатских рек, практически полная неуправляемость этого процесса, отсутствие реальных рекомендаций выдвинули вопросы минерализации в число первоочередных проблем водного хозяйства Средней Азии.

В работах САНИИРИ установлены пределы минерализации воды для целей орошения. В качестве критической величины для длительных поливов земель региона при выполнении полного комплекса предупредительных мероприятий и для средних условий дренированности почв может рассматриваться минерализация, не превышающая значения 1,5 г/л. Водохозяйственная практика в нашей стране и за рубежом показывает, что оросительные воды с минерализацией до 1,0 г/л при длительных поливах можно использовать без мероприятий по предупреждению накопления солей в почвах, что позволяет эту величину рассматривать в качестве нормативной.

Использование воды с минерализацией выше 1,0—1,5 г/л в хозпитьевом, коммунальном и промышленном водоснабжении недопустимо по санитарно-гигиеническим нормам.

По данным САНИИРИ с ростом минерализации используемых водных ресурсов в условиях регулярного орошения на первый грамм роста минерализации совокупный чистый эффект снижается на 20%, на второй грамм еще на 50%, итого на 70% на первые 2 грамма на фоне незасоленных земель.

Для снижения минерализации воды могут быть приняты следующие меры:

1. полное исключение коллекторно-дренажных стоков из водохозяйственного баланса реки;
2. предотвращение сброса коллекторно-дренажных стоков в русло реки в результате использования их в составе оросительной воды внутри контура;
3. аккумулирование коллекторно-дренажных стоков в естественных емкостях и последующий отвод их в реку (в невегетационный период);
4. комбинированный вариант;
5. снижение минерализации воды с применением опреснительной техники.

1. Исключение коллекторно-дренажных вод по 1-му варианту может быть выполнено в результате:

— аккумулирования в специально создаваемых водохранилищах до полного испарения;

— отведения в Аральское море системой магистральных коллекторов.

В условиях нарастающего дефицита воды это мероприятие приведет к выведению из сельскохозяйственного оборота по р. Сырдарье 100 тыс. га земли в 1985 г. и 130 тыс. га в 1990 г. и по р. Амударье 224 тыс. га в 1985 г. и 268 тыс. га в 1990 г.

2. Выполнение мероприятий по II-му варианту не позволяет добиться ощутимого снижения минерализации воды в среднем течении и низовьях рек Сырдарьи и Амударьи.

3. Мероприятия по 3 варианту для бассейна р. Сырдарьи сводятся к мероприятиям по I варианту.

Для р. Амударьи эти мероприятия позволяют только частично снизить минерализацию воды в вегетационный период, увеличивая ее в период невегетации, при этом площадь земель, подлежащих исключению из сельскохозяйственного оборота, составит за период 1985—1995 гг. соответственно 78—220 тыс. га.

4. Вариант комбинированный, включает в себя наиболее целесообразное сочетание предшествующих вариантов, применяемых в зависимости от особенностей орошаемых районов бассейна.

Выполнение вышеуказанных мероприятий практически приведет к полному прекращению дальнейшего развития орошаемого земледелия в рассматриваемых бассейнах.

5. В качестве эффективной меры по снижению минерализации воды в рр. Сырдарье и Амударье рассматривается искусственное опреснение коллекторно-дренажных вод. В то время, как в СССР и за рубежом накоплен значительный опыт опреснения подземных и морских вод для водоснабжения, в практике водопользования отсутствует достаточный опыт опреснения коллекторно-дренажных вод.

Объем коллекторно-дренажных вод, подлежащих опреснению, определен на основании качества воды в рр. Сырдарье и Амударье для условия снижения минерализации воды в них до величин 1,5 г/л и 1,0 г/л с учетом переброски стока сибирских рек и без нее. Рассмотрены варианты опреснения методом дистилляции и мембранными методами. В связи с большими объемами опресняемых вод и по экономическим соображениям принято целесообразным осуществлять опреснение коллекторно-дренажных вод с помощью крупных опреснительных станций. Для метода дистилляции мощность станции принята 1 млн. м^3/сут, для мембранных методов 0,1 млн. м^3/сут. Обоснование принятых размеров опреснительных установок и объемов опресняемых вод разработано в работах Средазгипроводхлопка и САНИИРИ.

Расчеты показывают, что для достижения в расчетных створах рр. Сырдарьи и Амударьи минерализации воды 1,5 г/л в условиях собственных ресурсов потребуется опреснить для р. Сырдарьи 3,05 км^3 коллекторно-дренажных стоков, для р. Амударьи — 2,3 км^3; в условиях привлечения сибирской воды; для р. Амударьи — 1,47 км^3, а для р. Сырдарьи опреснения воды не понадобится.

При снижении минерализации воды в реках Сырдарье и Амударье до 1 г/л потребуется опреснить без переброски части сибирских рек 10,0 км^3/год коллекторно-дренажных вод; в условиях переброски — около 5,0 км^3/год.

Важно отметить, что снижение минерализации в реках путем опреснения коллекторно-дренажных вод наряду с преодолением

технических проблем потребует больших энергетических и материальных затрат.

В условиях переброски сибирской воды в среднеазиатские реки даже для достижения минерализации в них 1,5 г/л потребуется около 1,5 млрд. капитальных затрат и создание по существу новой опреснительной техники большой производительности.

Проведенные исследования, а также замечания Государственной экспертной комиссии Госплана СССР определили основное направление дальнейших исследований, которые состоят из следующих аспектов:

— уточнение методики и прогнозирования качества воды в каналах межбассейновых перебросок стока;

— разработка методов гидробиологического прогнозирования.

— проблема снижения минерализации воды в среднеазиатских реках;

— прогнозирование качества воды в режиме водного потока «реки-антирека»;

В следующей главе рассматриваются вопросы социально-экономической оценки переброски.

Глава 6

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРЕБРОСКИ ЧАСТИ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК В РАЙОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, УРАЛА, СРЕДНЕЙ АЗИИ И КАЗАХСТАНА

Водные ресурсы Срединного региона, особенно его южной части, всегда служили важнейшим средством решения социально-экономического развития края. Распределение наиболее ценной части водных ресурсов — речного стока и подземных вод — по республикам показано в табл. 6.1 и 6.2. Подземные воды повышенной минерализации также представляют народнохозяйственную ценность (табл. 6.3). Так, в сельском хозяйстве подземные воды с общей минерализацией до 10-15 г/л применяются для водопоя некоторых видов скота, а с минерализацией до 5-6 г/л для орошения в хороших условиях дренажа. Слабосолоноватые воды с общей минерализацией 1-3 г/л в отдельных случаях непосредственно используются и для питьевого водоснабжения (не централизованного). Минерализованные воды в промышленности применяются в тех случаях, когда степень солености не лимитирует их применение — охлаждение механизмов, кондиционирование воздуха и др.

Анализ по забранной воде на нужды народного хозяйства и сферы услуг в ретроспективе показал интенсивный путь использования водных ресурсов. Так, в целом по стране водоемкость валового общественного продукта снизилась за последние 20 лет на одну треть, составив в 1980 году 0,5 м^3/руб., при этом удельная водообеспеченность населения увеличилась почти в два раза. Продуктивность использования воды в орошаемом земледелии увеличилась за последние 15 лет в полтора раза составив в 1980 году 7,3 копейки валовой продукции на один кубометр воды. В промышленности отмечена тенденция уменьшения абсолютной величины водопотребления свежей воды. Основные производственные фонды, обеспечивающие использование водных ресурсов, составляют примерно 6% от союзных.

Законом «Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик», введенным в действие с 1 сентября 1971 г., пре-

Таблица 6.1

Ресурсы речного стока по союзным республикам (государственный водный кадастр)

Союзная республика	Многолетние характеристики стока, км³/год			Удельная водность местного среднего стока, тыс.м³/год	
	средняя	наибольшая	наименьшая	на 1 км² площади	на 1 человека
РСФСР	4242	4702	3709	236	28,9
Украинская	206,8	315,7	120,8	82	1,0
Белорусская	59,2	—	—	181	3,9
Узбекская	104,6	153,1	63,5	27,3	0,8
Казахская	113	171,5	64,4	19,7	3,6
Грузинская	62,4	80,0	46,4	754	10,4
Азербайджанская	30,3	40,4	18,7	92	1,3
Литовская	25,2	34,8	15,3	224	4,2
Молдавская	11,4	29,0	5,74	24,0	0,20
Латвийская	34,5	54,2	19,2	261	6,5
Киргизская	49,1	70,2	30,2	245	13,3
Таджикская	86,5	135,0	52,8	365	13,0
Армянская	9,4	11,64	5,28	242	2,3
Туркменская	68,9	105,2	44,1	0,47	0,08
Эстонская	16,75	29,8	9,0	264	8,0
СССР	4720	5061	4162	197	16,5

дусмотрена организация государственного учета использования вод за счет государства по единой для страны системе.

Современное водное хозяйство СССР представлено чрезвычайно широким комплексом сооружений по использованию воды как в производственных процессах, так и в непроизводственной сфере, по подаче ее потребителям, по использованию вод непосредственно в речных системах, по обеспечению водными ресурсами населения, городского коммунального хозяйства, промышленности, сельского хозяйства, рыбоводных объектов и т. д., по регулированию и территориальному перераспределению речного стока, по охране вод от загрязнения во всех звеньях народного хозяйства страны.

За 1975—1980 гг. были разработаны и внедрены теоретические основы и осуществлены практические меры по ведению учета. В эти годы возрастал охват учитываемых водопользователей и в 1980 году был достигнут наиболее полный охват, поэтому данные за предыдущие годы нельзя считать сопоставимыми (на 1.01.1982 г. они составили 72,1 тысячи).

Таблица 6.2

Прогнозные ресурсы пресных вод, утвержденные на 1.01.1981 г., и отбор подземных вод в 1980 г., км³/год (по данным ВСЕГИНГЕО)

Союзная республика	Прогнозные ресурсы		Утвержденные ресурсы	Отбор	
	Всего	Связанные с поверхностным стоком		Всего	Водоотлив и вертикальный дренаж
РСФСР	175,0	82,9	16,49	10,42	1,52
Украинская	15,8	7,0	5,34	4,37	0,64
Белорусская	15,8	6,8	1,48	0,69	—
Узбекская	30,1	25,0	4,97	6,31	1,52
Казахская	47,5	22,2	10,09	1,66	0,12
Грузинская	3,2	2,4	2,25	0,93	—
Азербайджанская	4,1	2,5	2,14	2,12	—
Литовская	1,0	0,5	0,44	0,28	—
Молдавская	0,6	0,3	0,43	0,25	—
Латвийская	2,2	1,6	0,45	0,19	—
Киргизская	14,0	11,6	3,26	1,37	0,02
Таджикская	5,4	3,8	2,02	1,84	0,05
Армянская	4,1	3,8	3,12	1,41	—
Туркменская	1,3	0,8	0,72	0,59	0,16
Эстонская	2,2	1,6	0,18	0,39	0,23
СССР	322,4	172,7	53,38	32,82	4,26

Для 1980 г. водопотребление в размере союзных республик представлено в табл. 6.4, водоотведение в табл. 6.5. Из союзных республик наиболее крупными потребителями являются РСФСР (33%), Узбекская ССР (20,7%), Казахская ССР (13,6%), Украинская ССР (9,6%) и Туркменская ССР (6,7%), на долю которых приходится 85% общего водозабора.

Из отраслей народного хозяйства в нашей стране наиболее водоемкой отраслью является сельское хозяйство, которое потребляет 225,3 км³ или 65% от общего водозабора. Это прежде всего связано с большими масштабами орошаемого земледелия, которое потребляет до 46% от используемого объема свежей воды отрасли. Следующим потребителем является промышленность (96,1 км³). Наибольший удельный вес приходится на электроэнергетику (59% от потребления отрасли), а также химическую и нефтехимическую, пищевую, черную металлургию, топливную, машиностроительную, лесную, деревообрабатывающую и целлюлозно-бумажную отрасли промышленности.

Таблица 63

Эксплуатационные ресурсы подземных вод повышенной минерализации по регионам

Республики и регионы	Ресурсы, км³/год			
	Всего	В том числе с минерализацией, в г/л		
		1—3	3—10	10—35
Казахская ССР	36,3	12,6	15,6	8,1
Туркменская ССР	25,82	0,80	6,02	19,0
Узбекская ССР	11,38	2,27	4,48	4,63
Западно-Сибирский район (южная часть)	6,94	3,75	2,24	0,95
Северо-Кавказский район	4,0	0,79	2,55	0,66
Поволжский район (южная часть)	2,96	0,31	1,80	0,85
Уральский район (южная часть)	0,13	0,13	—	—
Молдавская ССР (южная часть)	0,06	0,06	—	—
Итого:	87,59	20,71	32,69	34,19

99% воды системы оборотного и последовательного водоснабжения приходится на промышленность; наибольшую долю занимает энергетика (60%), черная металлургия, химическая и нефтехимическая отрасли промышленности.

Сопоставление данных по забору воды из источников и использованию воды в 1980 г. показывает, что много воды теряется при транспортировке воды и составляет 52,3 км³ (39 км³ в 1981 году). При этом наибольшие потери имеют место в РСФСР (14 км³), Узбекской ССР (13 км³), Казахской ССР (8 км³), Таджикской ССР (4,4 км³), Туркменской ССР (4,3 км³), Украинской ССР (3,4 км³).

Водоотведение в разрезе союзных республик, приведенное в таблице 6-5, показывает, что наиболее крупные сбросы осуществляются в РСФСР (55%), Украинской ССР (15%), Узбекской ССР (9%), Казахской ССР (5%), Туркменской ССР (4%).

Важное значение в области рационального использования водных ресурсов имеет сокращение объемов безвозвратного водопотребления. В 1980 г. объем безвозвратного водопотребления достиг 207 км³. Наибольший объем безвозвратного водопотребления приходится на Узбекскую ССР (59,4 км³ или 29%), Казахскую ССР (39,3 км³ или 19%), РСФСР (38,7 км³ или 19%), Туркменскую ССР (17 км³ или 8%) и Таджикскую ССР (10,3 км³ или 5%), т. е. для тех районов, где главным потребителем является орошаемое земледелие.

Таблица 6.4

Водопотребление по союзным республикам в 1980 году

Союзные республики	Количество отчитавшихся водопользователей, штук	Забрано из природных водных объектов, млн.м³		Использовано	
		Всего	в том числе из подземных	свежей воды, млн.м³	в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, млн.м³
РСФСР	32374	113253	11379	99750	110215
Украинская	9916	33111	6052	29761	48011
Белорусская	3451	1960	649	1851	5901
Узбекская	2892	71146	3399	59246	3425
Казахская	2627	46977	2188	39199	8557
Грузинская	1327	4039	660	3666	453
Азербайджанская	1124	14237	543	12138	1065
Литовская	2577	1201	411	1158	2577
Молдавская	2353	1099	306	989	2758
Латвийская	1730	669	290	633	479
Киргизская	795	10726	1001	8192	196
Таджикская	708	15529	1353	11158	81
Армянская	2346	3991	1121	3383	2081
Трукменская	471	23051	481	18774	321
Эстонская	883	3128	337	2899	956
СССР	65574	344117	30170	292797	187076

По отраслям народного хозяйства наибольший объем безвозвратного водопотребления приходится на сельское хозяйство (182,5 км³ или 88%), промышленность (15 км³ или 7%), коммунальное хозяйство (8,2 км³ или 4%).

Проблема дальнейшего обеспечения народного хозяйства пресной качественной водой приобретает чрезвычайно острый характер и ее решение существенно влияет на развитие и размещение производительных сил; проблемы балансирования потребностей с ресурсами с учетом ускоренного внедрения новейших технологий и технических мероприятий.

Социально-экономическое развитие нашей страны поставило перед водохозяйственниками нашей страны крупномасштабные, сложные и ответственные проблемы повышения водообеспеченности южных районов страны за счет более водообильных северных. Одной из сложнейших проблем территориального перераспределения стока является оценка масштабности и глубины воздействия на социально-экономическую структуру огромных территорий.

Таблица 6.5

Водоотведение по союзным республикам в 1980 году, млн. м³

Союзные республики	Сброшено сточных вод в природные водные объекты				Отведено сточных вод на поля фильтрации, поля испарения, овраги и т. п.
	Всего	в том числе			
		загрязненных	нормативно-чистых (без очистки)	нормативно-очищенных	
РСФСР	73173	15526	47181	10466	1375
Украинская	19077	2233	13089	3755	820
Белорусская	1289	319	698	272	105
Узбекская	11624	3157	7413	1054	106
Казахская	6484	385	5774	325	1217
Грузинская	2021	722	1122	177	—
Азербайджанская	2684	437	2046	201	8
Литовская	869	255	558	56	26
Молдавская	357	114	98	145	27
Латвийская	558	284	202	72	6
Киргизская	733	35	520	178	80
Таджикская	5071	31	4856	184	121
Армянская	644	268	207	169	4
Туркменская	5029	18	4979	32	1030
Эстонская	3024	238	2661	125	1
СССР	132637	27488	91404	17211	4927

В 1975 г. в ИВП АН СССР Г. В. Воропаевым в комплексной программе ГКНТ (о которой говорилось в главе I) впервые были сформулированы задачи оценки крупнейшей инвестиционной программы — переброски стока — с позиций развития социально-экономических процессов в Срединном регионе в результате осуществления водоподачи с северного склона его на южный. В этой важнейшей работе в X пятилетке участвовало, к сожалению, лишь несколько институтов во главе с ИВП АН СССР.

Результаты исследований, выполненных ИВП АН СССР (Г. В. Воропаев, А. А. Бостанджогло, Б. Г. Федоров), Союзгипроводхозом (И. А. Герарди, Д. М. Рыскулов), СОПС АН УзССР (С. К. Зиядуллаев, К. И. Лапкин, Э. Д. Рахимов), СОПС АН КазССР*, материалы Всесоюзного совещания, проходившего в апреле 1982 г. в Москве и в январе 1983 г. в Ташкенте показали, что из многих возникающих проблем основной научной задачей теку-

* Привлечь другие организации социально-экономического профиля не удалось.

щей пятилетки должна быть социально-экономическая оценка переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан, т. к. эта проблема еще изучена не до конца.

Ниже излагаются положения, которыми пользовался ИВП АН СССР при проведении исследований.

В общем виде социально-экономическая оценка крупного водохозяйственного мероприятия должна исходить из следующих положений.

Во-первых, следует иметь описание существующего состояния социально-экономической системы, развитие которой определяется водным фактором.

Во-вторых, должны быть разработаны показатели прогноза на долгосрочную перспективу исходя из действия основного закона развитого социализма.

В-третьих, должно содержаться описание развития социально-экономической системы при определенных технологиях использования водных ресурсов и ведения водного хозяйства на базе местных водных ресурсов и формирования ОВХС Срединного региона на базе переброски стока в объеме первой очереди 27,2 км^3/год с последующим расширением до 60 км^3/год, 120 км^3/год и конечного, с точки зрения потребностей в водных ресурсах, состояния системы (до 300 км^3 в год).

В-четвертых, сопоставляются достигнутые показатели социально-экономического развития региона на базе использования водных ресурсов с показателями развития страны в целом. На основе этого дается социально-экономическая оценка водохозяйственного мероприятия.

В начале прошлой пятилетки ИВП АН СССР, а затем и СОПС АН УзССР начали разработку проблемы социально-экономической оценки переброски стока. Исследования начались в условиях, когда полностью отсутствовали общепринятые критерии для комплексной социально-экономической оценки крупномасштабных мероприятий по территориальному перераспределению водных ресурсов. Поэтому усилия были направлены на выработку определения социально-экономического процесса применительно к оценке переброски стока.

Переброска стока как элемент, хотя и крупномасштабный, научно-технического прогресса не является продуктом самостоятельного динамического развития технологии водопотребления и технологии водообеспечения территории. Территориальное перераспределение стока является результатом развития народного хозяйства и ее сильные и слабые стороны должны рассматриваться с позиций развития социальной системы и состояния природной среды, в рамках которой оно разрабатывается и внедряется.

В наших исследованиях под социально-экономической оценкой территориального перераспределения водных ресурсов понимается ее экономическая оценка на основе теории социалистического расширенного воспроизводства и оценка социального прогресса, выражающаяся во все более полном удовлетворении непрерывно возра-

стающих материальных и духовных потребностей народа в увязке с проблемой охраны окружающей среды, необходимой для обитания человека.

Исходя из этого определения, на первом этапе исследований сложная теоретическая задача о соотношении социального и экономического аспектов и задача окружающей среды решается с точки зрения выявления специфики каждой из задач и их отражения в проблеме переброски стока.

На основе вышеуказанных трех целей развития системы (социальной, экономической и природоохранной) определяются и вырабатываются возможные критерии, с помощью которых исследуется в трех главных направлениях развитие системы. Три широкие цели могут частично взаимоперекрываться, определяя тем самым область непротиворечивых решений, так и вступать в противоречие.

1. Экономический аспект. Эффективность складывается под воздействием системы экономических законов социализма и, прежде всего, его основного закона.

При разработке теории эффективности постоянно ведутся дискуссии по критерию эффективности. Вследствие того, что эффективность имеет различные формы проявления, различается экономическая, социальная, народнохозяйственная и хозрасчетная эффективность, эффективность обобщающая — социалистического производства в целом, локальная — отдельных регионов и хозяйственных звеньев — и частная — отдельных факторов производства, а также эффективность отдельных фаз воспроизводства, распределения, обмена и потребления.

Наличие различных форм эффективности дает основание для вывода, что в управлении народным хозяйством необходимо применить систему показателей эффективности.

В настоящее время оценка по экономической эффективности производится по методу абсолютной и сравнительной эффективности капитальных вложений с учетом внедрения научно-технического прогресса.

2. Социальная эффективность отличается от экономической. При их тесном взаимодействующем влиянии на эффективность единовременных и текущих затрат они имеют разное содержание — экономическая эффективность характеризует влияние научно-технического прогресса на материальное производство, социальная — на человека; экономический эффект проявляется в экономии труда на определенные затраты, социальная — в росте благосостояния населения, условий труда работников материального производства и т. д. Сама экономическая деятельность не может автоматически вести к достижению социальных целей. Для этого необходимо особое социальное управление в структуре управленческой деятельностью и для достижения социального прогресса требуется проведение особых мероприятий.

К социальным показателям относятся народнохозяйственные показатели мероприятий, решающих задачу более полного удовлет-

ворения все возрастающих потребностей населения. Дело в том, что деятельность по повышению жизненного уровня населения, являющаяся, несомненно, составной частью — и одной из важнейших частей — социальной программы нередко рассматривается, без всяких оговорок, как реализация исключительно экономической политики. И такая трактовка не может быть просто отвергнута как безосновательная: ведь, как известно, повышение народного благосостояния является также высшей целью экономической политики и средства реализации этой цели носят, в первую очередь, экономический характер. К какому же все-таки направлению политики относится эта деятельность? Вопрос далеко не праздный и отнюдь не схоластичный. Его правильная трактовка имеет важный практический смысл, поскольку отсюда следует вывод о том, что необходимо особое социальное управление в структуре управленческой деятельности, что сама экономическая деятельность не может автоматически вести к достижению социальных целей. Таким образом, социальные достижения, не являясь автоматическим последствием развития экономики, требуют проведения социальных мероприятий.

К разряду социальных относится и проблема, связанная, во-первых, с правом и обязанностью человека трудиться, избирать профессию, развивать трудовые навыки и выполнять работу по способностям. Во-вторых, это проблемы, которые связаны с требованиями к обеспечению производства рабочей силой, к ее рациональному отраслевому и территориальному распределению, повышению производительности труда за счет совершенствования трудовых навыков в условиях организации населенных мест, ориентированных на удобства коллективной и индивидуальной жизни людей.

3. Проблемы окружающей природной среды рассматриваемого региона связаны с использованием водных ресурсов — как главного фактора — и взаимодействующих с ними других природных составляющих. С учетом масштабов перераспределения стока приобретает особое значение не столько борьба с негативными последствиями воздействия все возрастающих масштабов перераспределения стока на окружающую среду с помощью компенсационных мероприятий, сколько применение технологий, вписывающихся в природный экологический цикл во всех местах трассы переброски стока — забор воды, транспортирование и потребление. Важно не только просто защищать и сохранять существующую природную среду, но и определить цели и осуществлять те мероприятия, которые связаны с улучшением окружающей человека природной среды. Этой проблеме посвящена 5 глава книги.

Понятно, что выделение экономической, социальной и экологической специфики крупномасштабного мероприятия относительно. Они не являются замкнутыми, т. к. органически взаимосвязаны, переплетены между собой и являются компонентами одного процесса.

Формирование единого подхода к оценке комплексных программ осложняется из-за недостатка опыта научного обобщения крупных

программ развития региона, тесно связанных с использованием водных ресурсов, и, пока еще, недостаточной изученностью народнохозяйственных последствий изменений природно-климатических и экологических процессов в результате водохозяйственного строительства.

Применительно к нашей задаче в качестве механизма анализа крайне важно вычленить эти аспекты, но если использовать эти критерии пассивным, статичным методом и выбор производить из набора существующих мероприятий, то все дело может завершиться малоценной рекомендацией. Однако, если критерии использовать для перспективного планирования как средства, стимулирующие коренное совершенствование и создание новых технических средств, то их оценка и проверка по отдельным критериям позволит выявить достаточно четкие направления нововведений и модификаций в управлении водохозяйственными системами.

Социальная оценка переброски стока.

Для обеспечения наиболее высокого уровня жизни населения необходимо, чтобы трудовые ресурсы использовались в наилучшем соответствии с имеющимися средствами производства, а темпы роста трудовых ресурсов находились в наилучшем соотношении с темпами роста производственных фондов. Наиболее инертной, менее управляемой частью в этом уравнении является рост населения. Поэтому этот показатель должен во многом быть критериальным, стимулирующим принятие решения о путях и темпах развития производительных сил на территории с определенным набором естественных ресурсов по мере отдаления временного горизонта рассмотрения.

За годы социалистического строительства в результате осуществления ленинской национальной политики, братской дружбы и взаимопомощи народов страны Средняя Азия и Казахстан превратились в развитые, индустриально-аграрные экономические районы с современной многоотраслевой промышленностью, высокомеханизированным сельским хозяйством, мощным научным потенциалом и передовой культурой.

Макрозона Средняя Азия и Казахстан по основным показателям занимает примерно равную долю в составе страны — занимая 17,8% территории, на ней проживает 15,6% населения страны, она дает 15,2% валовой продукции сельского хозяйства, но доля промышленной продукции составляет 8%, около 18% валового общественного продукта и национального дохода страны. Доля сельскохозяйственного и промышленного производства макрозоны возрастает. Особенно быстрыми темпами увеличивается доля сельского хозяйства, а в сельском хозяйстве — растениеводства.

Последовательно возрастает значение зоны (особенно Казахстана) в развитии промышленного потенциала страны. В настоящее время зона занимает весьма весомое место в добыче и переработке руд цветных, редких и черных металлов, химического сырья энергетического и коксующихся углей, газа, в производстве минераль-

ных удобрений, продукции машиностроения, легкой и пищевой промышленности.

Ниже, табл. 6.6, приводятся темпы роста производства важнейших видов сельскохозяйственной и промышленной продукции и изменение удельного веса в их общесоюзном производстве (по материалами СОПСа при Госплане СССР).

Таблица 6.6

Продукция	Удельный вес, в %		Темпы роста (1980 г в % к 1970 г.)
	1970 г.	1980 г.	
Производство промышленной продукции			
Электроэнергия	8,3	9,6	203,1
Газ	24,3	25,3	223,5
Уголь	11,2	17,6	180,4
Железная руда	9,3	10,6	141,8
Чугун	2,1	4,8	266,7
Сталь	2,2	4,5	261,5
Минеральные удобрения	12,1	13,5	206,0
Ткани из натуральных волокон	5,1	6,9	170,0
в том числе: шерстяные	3,0	5,8	224,5
шелковые	8,6	12,1	216,4
Растительное масло	17,1	24,7	135,9
Плодоовощные консервы	9,7	13,3	183,9
Производство сельскохозяйственной продукции			
Зерно	13,1	16,6	130,1
в том числе: пшеница	18,4	20,2	110,8
рис	30,5	42,3	240,0
Хлопок-сырец	95,2	91,1	138,4
Овощи	10,4	17,6	207,3
Плоды и ягоды	11,2	17,7	159,3
Виноград	13,0	14,4	182,7
Мясо (в убойном весе)	11,1	11,5	124,8
Молоко	7,5	9,1	133,3
Яйца	7,6	8,6	189,8
Шерсть	38,8	42,5	120,1

Таким образом, развиваясь более высокими темпами по сравнению с союзными показателями, современное состояние социально-экономического развития республик Средней Азии характеризуется все же отставанием темпов роста материального производства по сравнению с союзным от темпов роста населения и трудовых ресурсов союзных республик. Так, за 1971-1980 гг. по данным ЦСУ СССР в Среднеазиатском экономическом районе темпы прироста совокупной валовой продукции промышленности в 5 раз меньше темпов прироста населения по сравнению с общесоюзными приростами. В настоящее время в республиках Средней Азии не принимает участие в общественном производстве около 20% трудоспособного населения, вместе с тем народное хозяйство почти повсеместно испытывает недостаток в квалифицированных кадрах, особенно в промышленности, строительстве и в зонах освоения новых земель.

Особенности демографической ситуации южной части Срединного региона покажем на примере Узбекистана по материалам СОПСа АН УзССР.

Важнейшей региональной особенностью Узбекистана являются высокие и устойчивые темпы прироста населения — с 1970 по 1980 год естественный прирост населения УзССР превышал таковой в начале в 3,0, а затем в 3,3 раза; соответственно растут и трудовые ресурсы. Доля Узбекистана в приросте трудовых ресурсов страны за этот период составила 17%. Совершенно очевидно, что республика не может рассчитывать на соответствующую долю в приросте материальных и финансовых ресурсов страны. Из общего прироста основных фондов страны на долю Узбекистана приходилось всего лишь 3,7%, что в 4,5 раза ниже доли прироста населения и трудовых ресурсов.

С другой стороны, фактическое производство национального дохода составляло 93,7% от используемого республикой в 1970 г.; к 1980 году разница по абсолютной величине более чем удвоилась. Другой важнейший показатель — темпы роста производительности труда — снижается по пятилетиям.

Существенное повышение удельного веса Средней Азии и Казахстана в общесоюзном производстве обусловливается ее региональными особенностями. При существующих темпах прироста населения и его миграции, главным образом из Сибири, с Урала и Дальнего Востока, общая численность населения и его трудоспособной части в Средней Азии и Казахстане к 2000 г. по отношению к 1975 г. удвоится. Следует учитывать, что третья часть сельских жителей страны к 2000 г. будет проживать в Средней Азии.

Предварительные расчеты (материалы д. э. н. Г. В. Копанева) показывают, что численность населения в Средней Азии и Южном Казахстане к 2030 г. может возрасти в 3,5 раза, по сравнению с 1980 г., где будет проживать 1/4 населения страны, а экономический потенциал возрастет в 10-15 раз и на территории Средней Азии может разместиться экономический потенциал равный экономическому потенциалу страны в 60-70-е годы нашего века.

Резкое увеличение численности населения Средней Азии при сравнительно небольших размерах посевных площадей по сравнению с потенциально возможными и относительно небольших темпах их прироста повлечет за собой соответствующее значительное увеличение плотности населения в сельской местности, которое сконцентрировано вдоль рек и крупных водных источников на орошаемых массивах и в оазисах Средней Азии (примерно 300 человек на 1 км²). К этому необходимо добавить, что если на начало 1979 г. общая площадь пашни на душу населения в Средней Азии составляла 0,27 га, в том числе орошаемой — 0,20 га (половина общих площадей занята хлопчатником), то при намеченных темпах ввода новых орошаемых земель и в условиях роста населения площадь пашни на душу населения к концу века уменьшится до 0,13 га. Это еще более осложняет решение продовольственной проблемы не только в рассматриваемом регионе, но и в целом в стране. В настоящее время, несмотря на благоприятные природно-климатические условия, производство продуктов питания на душу населения в Средней Азии существенно ниже медицинских норм: мяса — 26% от нормы, молока — 42%, фруктов и винограда — 53%.

В результате сложившихся соотношений между факторами развития общественного производства и его результатами, как показано в работе СОПСа АН УзССР, каждый процент занятых требует 2,2% прироста капитальных вложений. Но экстраполировать эти показатели неправомерно. Во-первых, в целом по стране дополнительному проценту занятых соответствовала меньшая доля прироста капвложений, но от них получена большая прибавка национального дохода и производительности труда.

Во-вторых, сложившуюся структуру занятости населения республики нельзя признать достаточно эффективной, а хозяйственная ситуация, влияющая на демографическую, в перспективе во многом будет определяться водообеспеченностью Средней Азии и Южного Казахстана, так как решение проблемы занятости только за счет промышленного приложения труда практически невозможно.

Технический прогресс (при использовании его результатов) оказывает определяющее влияние на структуру и жизнь человека, в частности, концентрирование их вдоль рек и крупных водных источников на орошаемых массивах и оазисах Средней Азии. С ростом масштабов и интенсификации сельскохозяйственного производства на орошаемых землях во все возрастающей степени могут угрожать: загрязнение воздуха в условиях экстремальных климатических факторов, заболачивание территорий из-за подъема грунтовых вод, засоление почв, ухудшение качества водных источников, качества растениеводческих пищевых продуктов. В условиях ограниченности комфортного жизненного пространства возникает необходимость осваивать новые территории и создавать специально благоприятные условия.

Угрожает и нерациональная технология, которая проявляет себя и действует подобно неразумной власти — нерациональное исполь-

зование водных ресурсов в одном хозяйстве может вызвать нежелательные последствия на других участках производства.

Как следует относиться к фактическому размещению населения и темпам его роста?

Крайними позициями являются — нужно ли предусматривать соответствующее перемещение населения или содействовать ему и с какой интенсивностью все это делать?

Если подходить к этой проблеме с сугубо экономической точки зрения, то вопрос может быть поставлен так: следует ли транспортировать людей или более целесообразно транспортировать продукцию?

С экономической точки зрения интересы страны в целом приводят к выводу о необходимости сохранения и развития существующего размещения — т. к. обеспечение их работой на месте требует меньше затрат, чем их транспорт, организация нового рабочего места, жилья и соответствующей, на современном уровне,— инфраструктуры поселения.

Но высокие темпы роста населения и трудовых ресурсов предъявляют соответственно и высокие требования к темпам и масштабам развития общественного производства.

Сложность проблемы ускоренного развития и совершенствования структуры промышленного и сельскохозяйственного производства заключается в правильном определении целесообразных направлений развития различных отраслей, отвечающих общесоюзным отраслевым задачам и региональным особенностям. Сочетание отраслевых и территориальных принципов развития хозяйства в современной практике прежде всего ориентировано на создание производств с меньшими затратами, лучшей окупаемостью и в более короткие сроки. Региональные особенности среднеазиатских республик и общегосударственные интересы, кроме того, требуют вовлечь в общественное производство как можно больше трудоспособного населения, максимально используя природные и сырьевые ресурсы, поднять уровень комплексности в хозяйстве республик с учетом общесоюзной специализации, выпускать больше готовой продукции, увеличивать вклад республик в общегосударственный фонд, существенно повысить индустриальный уровень их развития, особенно малых и средних городов.

В результате сочетания благоприятных природно-климатических условий с высокой трудообеспеченностью и производственными навыками населения, в республиках Средней Азии создано экономически эффективное, многоотраслевое хозяйство, в котором ведущее место занимает современная индустрия и развитое сельское хозяйство. Широкое развитие получили отрасли агропромышленного комплекса. На долю АПК приходится около 45% их валового общественного продукта, свыше 30% основных фондов и половина численности работников, занятых в общественном производстве.

Известно, что сельское хозяйство, составляющее основу АПК, поглощает довольно значительную часть прироста населения. На

его долю, из общего прироста работников, приходилось за годы девятой пятилетки свыше 26%. Следовательно, решение социальной проблемы занятости на сегодняшний день более чем на 1/4 зависит от развития сельскохозяйственного производства, а вместе с отраслями, входящими в состав АПК, степень влияния возрастает до 50% и выше (по приростным показателям).

В перспективе на огромной территории, охватывающей юг Сибири, Уральский экономический район, Казахстан и часть Средней Азии, предусматривается завершение формирования крупнейшей общесоюзной базы производства высококачественной пшеницы и фуражного зерна. На западе Средней Азии и Казахстана и на юге Дальнего Востока должно быть сосредоточено основное производство риса, а практически все общесоюзное производство хлопка-сырца в Средней Азии и на юге Казахстана. Важное значение приобретает создание на территории юга Казахстана и в республиках Средней Азии новой крупной базы производства овощебахчевых культур, винограда, фруктов.

Средняя Азия уже сейчас вышла на одно из первых мест в стране по вывозу свежих сельскохозяйственных продуктов и имеет все возможности стать в перспективе крупнейшей общесоюзной базой страны на востоке по их производству. Необходимость в этом усиливается в связи с тем, что возможности значительного расширения производства в сложившихся центрах садоводства и овощеводства в западных районах страны довольно ограничены. Для полного удовлетворения потребностей населения Срединного региона в плодоовощной продукции необходимо значительное расширение орошаемых земель под посевы овощей и многолетних насаждений с увеличением степени механизации производственных процессов в овощеводстве, виноградарстве и садоводстве.

Эффективность развития АПК в Средней Азии определяется также тем, что если в целом по стране около пятой части эффекта от прироста производительности труда используется для замены работников, выбывающих из сельскохозяйственных предприятий, а остальная часть — для прироста общественного сектора, то в республиках Средней Азии не предвидится еще фаза сокращения численности сельского населения.

Перераспределение водных ресурсов Сибири на южный склон окажет глубокое воздействие на экономическое и социальное развитие Казахстана (чл.-корр. АН КазССР У. Б. Баймуратов). Реализация этого проекта прежде всего открывает широкие возможности для интенсификации сельскохозяйственного производства, резкого повышения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности пастбищ в Казахстане. Орошение земель позволит превратить целинные земли в зону гарантированного земледелия с устойчивой урожайностью. Так, за последние 10 лет засушливыми были 4 года. Крупные потери из-за большого недостатка естественного увлажнения испытывает животноводство. Поголовье крупного рогатого скота, овец, коз в 1980 г. находилось примерно на уровне

1976 г., а в Джезказганской области даже уменьшилось за этот период. При этом, чтобы восстановить после засушливого года продуктивное поголовье овец, необходимо потратить 3-4 года, а крупного рогатого скота — 5-6 лет в условиях последующих благоприятных лет.

Резкое увеличение сельскохозяйственного производства в результате развития орошения, целесообразность промышленной переработки на месте потребуют наращивания производственных мощностей элеваторов, мукомольно-крупяных комбинатов, плодоконсервных заводов, мясокомбинатов, молочных, сыроваренных и маслозаводов, овчинно-шубных фабрик, кожевенных предприятий и т. д. Следовательно, должен быть создан крупнейший региональный агропромышленный комплекс, охватывающий весь технологический цикл — от производства сельскохозяйственной продукции до ее полной промышленной переработки и обеспечивающий выпуск разнообразной конечной продукции (продукты питания и товары народного потребления) с вывозом ее в другие экономические районы страны.

Все это говорит о том, что развитие АПК в Средней Азии и на юге Казахстана весьма эффективно и перспективно. Вместе с тем темпы его развития стоят в прямой зависимости от обеспеченности водными ресурсами. Дальнейшее развитие орошаемого земледелия за счет имеющихся водных ресурсов будет незначительным.

По всесторонним имеющимся проработкам, как уже отмечалось, исчерпание водных ресурсов в бассейне Аральского моря наступит, в зависимости от темпов развития орошаемого земледелия, к 1990—1995 г.

При сохранении темпов развития орошения в республиках Средней Азии и Казахстане, достигнутых за последние пятилетки, и темпов, заложенных в Продовольственной программе, исчерпание располагаемых к использованию гарантированных водных ресурсов бассейна Аральского моря может наступить в 1990—1995 годах. В дальнейшем их надо пополнять.

Таким образом, для решения социальных задач при использовании трудовых ресурсов при сложившихся пропорциях АПК необходимо увеличение водных ресурсов к концу века в Средней Азии приблизительно на 10 км^3 в год.

Значительные трудности сложились также с водообеспечением промышленности и коммунально-бытовых потребностей в Свердловской и Челябинской областях. Местные водные ресурсы Челябинской области практически уже исчерпаны, а в Свердловской области исчерпание их наступит к концу текущего столетия. Остро ограничены водные ресурсы для развития орошаемого земледелия в Оренбургской, Актюбинской, Кустанайской, Тургайской областях. К 1990-1995 гг. также планируется их полное исчерпание, а в дальнейшем возникнут трудности водообеспечения и всех других потребителей, в т. ч. для питьевого водоснабжения. И, как отмечалось

выше, совершенно отсутствуют водные ресурсы для развития промышленности в Кустанайской и Тургайской областях Казахстана.

Таким образом, кардинальное решение водных проблем областей Южного и Среднего Урала и Западного Казахстана также связано с подачей сюда сибирской воды.

Огромное народнохозяйственное значение имеет строительство канала для Тюменской и Курганской областей РСФСР. Для успешного освоения земель в этих областях необходим комплекс мелиоративных мероприятий, и прежде всего, по осушению огромных территорий с отводом избыточных вод из замкнутых понижений и озер в речную сеть. Мелиоративные работы одновременно являются основой развития транспортных связей и освоения территорий в этом регионе, ликвидируют сезонность в строительстве и освоении природных богатств этого края. Наконец, в южных районах Курганской области подача сибирской воды решает также задачи орошаемого земледелия.

В систему социальных эффектов переброски стока следует включать и районы, входящие в Объединенную водохозяйственную систему Срединного региона и непосредственно не получающие сибирскую воду. К таким районам относятся юг Туркменистана, Таджикистана, Киргизия. Вопросы формирования и развития ОВХС рассмотрены в главе 2. Снятие напряженности водохозяйственного баланса (глава 3) в одном регионе позволит высвободить водные ресурсы с помощью регулирующих и перераспределяющих местный сток систем в наиболее дефицитные периоды и районы за счет районов, потребляющих сибирскую воду, и тем самым повысить гарантию обеспеченности их водными ресурсами.

В условиях ограниченных водных ресурсов Средней Азии и Южного Казахстана дальнейшее развитие орошения на местном стоке после 1990-1995 гг. возможно лишь при условии временного снижения оросительных норм на 10-15%, допустив при этом некоторое снижение урожайности культур, например хлопчатника, на 3-6%. Но снижать оросительную норму по сравнению с оптимальной целесообразно в той части, где урожайность снижается незначительно.

При сокращении оросительной нормы в южных районах Срединного региона следует руководствоваться принципами, разработанными Средазгипроводхлопком при составлении схемы Сырдарьи:

— систематическое снижение оросительной нормы можно осуществлять в гидрогеологических условиях неподверженности почв засолению;

— снижение оросительной нормы осуществлять в те фазы развития растений, когда сокращение водоподачи вызывает минимальные потери урожайности. Теоретические основы сокращения водоподачи по фазам развития растений разработаны Средазгипроводхлопком.

Объем высвободившейся воды за счет снижения оросительной нормы в массиве и сроках сокращения водоподачи определяется

для каждой республики отдельно и эти объемы могут быть использованы на развитие орошения в пределах той же республики.

Орошение вновь вводимых земель за пределами 1990 г. предлагается обеспечить за счет некоторого сокращения оптимальных оросительных норм (на 10-15%) как на вновь-, так и на староорошаемых землях, при этом получены следующие результаты:

1. За двадцатилетний период (1985-2005 гг.) предлагается вновь освоить 2,5 млн. га вместо дополнительных 3,5 млн. га, которые могли быть введены строительными организациями и освоены в республиках Средней Азии при полной обеспеченности их водой.

2. Несмотря на ввод новых орошаемых площадей, валовая продукция сельского хозяйства за 1995 г. практически не растет, а к 2005 г. уменьшается на 3 млрд. руб. в год по сравнению с вариантом освоения этих земель как полностью водообеспеченных.

3. В результате меньших темпов ввода орошаемых площадей и в условиях роста численности сельского населения и его трудоспособной части (с 3,3 до 5,7 млн. чел.) производительность труда сокращается на $^1/_3$.

4. Орошение сокращенными оросительными нормами продолжительностью более 5 лет приведет к засолению земель и быстрой потере продуктивности орошаемых земель на значительной площади.

5. Разработанный вариант ввода орошаемых земель на период до 2005 г. оправдан при условии строительства канала переброски и подачи воды на эти поля по полной норме.

Институтом САНИИРИ рассмотрен вариант ввода вновь орошаемых площадей на период до 2005 г. в условиях ограниченности водных ресурсов при временном сокращении оросительных норм.

В целях избежания потерь сельхозпродукции доставку воды необходимо осуществить по временной схеме — строительство к 2000 г. пускового комплекса. Затронутый вопрос должен быть проработан в проекте, тем более, что в Средней Азии решена проблема ускоренного освоения целинных массивов для создания новых крупных аграрно-промышленных комплексов на базе создания технически совершенных оросительных систем. Метод, разработанный и внедренный (чл.-корр. ВАСХНИЛ Н. Р. Хамраев) в Голодной, Каршинской, Джизакской, Сурханшерабадской степях, в зоне Каракумского канала, в Каракалпакии и Казахстане, в низовьях главных среднеазиатских рек, на крупных массивах рисосеяния, должен всемерно использоваться.

Высокая эффективность освоения этих массивов (Голодностепское строительство окупилось на 16 год после его начала) выявила необходимость решения таких крупных народнохозяйственных задач как орошение и освоение целинных земель в необжитых районах, комплексно под эгидой одной организации, выполняющей одновременно функции и заказчика и подрядчика и на завершающем этапе работ передающей сельскохозяйственным органам уже освоенные земли.

За двадцатипятилетний период (1956-1981 гг.) с помощью строительно-освоенческой организации Главсредазирсовхозстрой на освоенных территориях образованы 2 области, 18 административных районов и 8 городов, в которых на начало 1981 г. население составило около 800 тыс. человек, в т. ч. 160 тыс. человек городского. Освоено 785 тыс. га новых земель и капвложений 6,9 млрд. руб., создано 154 совхоза. Произведено валовой продукции сельского хозяйства на 4,2 млрд. руб., произведено 6.4 млн. т. хлопка-сырца, введено основных фондов на сумму 6,1 млрд. руб., создано 274 тыс. рабочих мест, введено 6,4 млн $м^2$ жилой площади.

Сравнительная эффективность. Сопоставлению должны подлежать варианты, выравненные по водохозяйственному балансу, продукции, и достигаемым социально-экономическим целям.

Водохозяйственный баланс. Как уже указывалось выше, (глава 3), возникающий дефицит ВХБ может быть покрыт (при полном использовании местного стока) только водными ресурсами извне. Рассмотрим внутренние резервы повышения водообеспеченности территории Средней Азии и Южного Казахстана.

Научно обоснованная экономичная схема использования воды по сравнению с простейшей технологией ее использования всегда и на всех стадиях развития водного хозяйства являлась стимулом реконструкции и совершенствования водохозяйственных систем. Поэтому, строго говоря, они (эти мероприятия) не являются альтернативными, они постоянно внедряются при обосновании проектов и ведутся перманентно в плановом порядке с момента сдачи водохозяйственной системы в эксплуатацию. Внедрение зависит от накопленной научной и экспериментально апробированной основы, масштабы внедрения которой общество при своем развитии считает экономически целесообразным осуществлять. Для условий Средней Азии и Южного Казахстана эти мероприятия должны считаться первоочередными — частично опережающими, частично сопутствующими работами по подготовке и осуществлению первой очереди переброски части стока с севера на юг.

Повышению продуктивности мелиорируемых земель страны в значительной мере способствовала комплексная реконструкция устаревших оросительных систем.

За 1966-1980 годы в СССР реконструкция оросительной сети и повышение водообеспеченности существующих систем проведены на площади 7,4 млн. га, в том числе коллекторно-дренажная сеть на орошаемых землях построена на площади 4,2 млн. га и капитальная планировка выполнена на площади 3,1 млн. га.

Повышение технического уровня вновь строящихся и реконструкция существующих мелиоративных систем позволило сэкономить около 5 $км^3$ воды в год.

В целях повышения продуктивности существующих мелиоративных земель предусматривается ускорить темпы осуществления работ по реконструкции существующих мелиоративных систем.

По данным учета мелиоративного состояния орошаемых земель, проведенного Минсельхозом СССР и Минводхозом СССР, по состоянию на 01.11. 1980 г. 11,82 млн. га, или 68% от общей площади оросительных систем соответствовали современному техническому уровню и не нуждались в проведении работ по качественному улучшению. Оросительные системы на площади 5,43 млн. га, или 32%, требовали технического совершенствования со следующим распределением по видам работ:

реконструкция оросительной сети на площади — 3,56 млн. га;
устройство и реконструкция коллекторно-дренажной сети — 1,80 млн. га;
повышение водообеспеченности — 1,90 млн. га;
капитальной планировки орошаемых земель — 2,04 млн. га;

В планах на XI и XII пятилетки (табл. 6.7) предусмотрено провести работы по комплексному переустройству оросительных систем и повышению их водообеспеченности на площади соответственно 2,77 и 2,75 млн. га, благодаря чему к 1990 г. будут реконструированы практически все нуждающиеся в настоящее время в качественном улучшении оросительные системы, построенные до 1970 года.

В последующем (табл. 6.8) потребуется реконструкция существующих оросительных систем, техническое и мелиоративное состояние которых пока удовлетворительно. При этом возможно проведение следующих работ: замена открытой проводящей сети на закрытую с целью повышения КПД и КЗИ систем; строительство коллекторно-дренажной сети на системах, где ввод земель без дренажа до определенного момента не препятствовал их освоению; переустройство существующих водоразборных сооружений при снижении уровня воды в источнике; замена устаревшего дождевального и поливного оборудования; проведение мероприятий по уменьшению сбросов и загрязнения водоисточников и т. п.

В результате выполнения намечаемого объема работ по полной комплексной реконструкции оросительных систем будет создан благоприятный мелиоративный режим на орошаемых землях и повысится их продуктивность на 30-40%. Общая экономия водных ресурсов по стране в целом составит 17,0 км^3/год, (в том числе в посевная площадь при освоении внутрихозяйственных перелогов и Средней Азии и Казахстане около 10 км^3/год), на 12-15% увеличится повышении КЗИ, повысится производительность труда на 10-12%. Общая стоимость затрат на реконструкцию систем за 1986—2000 гг. составит 16,7 млрд. руб.

Решение проблемы переустройства систем, помимо экономии водных ресурсов, позволит смягчить процесс погрессирующего в настоящее время ухудшения качества воды, гарантирует возможность регулирования оросительных норм, улучшит эксплуатационные данные систем, повысит урожайность сельскохозяйственных культур и т. д. Кроме того при переустройстве старых оросительных систем эффективно решается и социально-экономическая зада-

Таблица 6.7

Реконструкция оросительных систем в республиках на 1986—1990 гг., тыс. га

СССР, союзные республики	Комплексная реконструкция оросительных систем	В том числе по видам работ				В целом улучшение мелиоративного состояния	В целом капитальная планировка
		мелиоративное улучшение, переустройство, повышение водообеспеченности и капитальная планировка	мелиоративное улучшение с переустройством оросительной сети и повышение водообеспеченности	переустройство оросительной сети с повышением водообеспеченности и капитальной планировкой	переустройство оросительной сети и повышение водообеспеченности		
СССР	2754	1367	350	388	649	1717	1755
Узбекская ССР	520	520	—	—	—	520	520
Казахская ССР	462	265	—	92	105	265	357
Киргизская ССР	205	30	—	175	—	30	295
Таджикская ССР	115	60	—	55	—	60	115
Туркменская ССР	200	141	59	—	—	200	141

Таблица 6.8

Реконструкция оросительных систем в республиках на 1991—2000 гг., тыс. га

СССР, союзные республики	1991-1995 гг.	1996-2000 гг.
СССР	2736	2491
Узбекская ССР	530	577
Казахская ССР	351	208
Киргизская ССР	210	111
Таджикская ССР	157	167
Туркменская ССР	205	205

ча, поскольку не требуется дополнительного привлечения водных и трудовых ресурсов.

Существующий средневзвешенный КПД оросительных систем (по данным Средазгипроводхлопка) бассейна Амударьи достигает величины 0,49, а бассейна Сырдарьи — 0,57. После завершения комплексной реконструкции оросительных систем КПД в системах бассейна Амударьи достигнет 0,78, а в системах Сырдарьи — 0,79. Для сравнения покажем в табл. 6.9 степень использования водных ресурсов в различных странах.

Таблица 6.9

Сравнительные показатели использования водных ресурсов в засушливых зонах мира

Страны	Удельное водопотребление, м³/га			КПД систем
	оросительное	осадки	суммарное водопотребление	
Греция	6420	8000	14420	0,67
Япония	32600	17510	50110	—
ФРГ	12100	6800	18900	0,545
США — западные штаты	11570	5600	17170	0,424
Турция	14100	6750	20850	0,32—0,58
Индия	17400	17200	34600	0,31
Пакистан	—	—	—	0,30
Ирак	19100	2300	21400	—
Египет	17200	1900	19100	—
Мексика	13300	6260	19560	0,495

За счет снижения оросительной нормы брутто на староорошаемой площади 4,1 млн. га может быть высвобождено дополнительно около 17 км³ воды в год. Как известно, из общих затрат воды на

орошение часть ресурса используется повторно (возвратные воды), оцениваемые как разница между водозабором из реки — брутто и безвозвратными потерями на орошение — нетто. Между величиной возвратных вод и КПД систем существует обратная связь — при увеличении КПД оросительных систем объем повторно используемых возвратных вод, естественно, снижается. Поэтому фактическая (расчетная) экономия воды составит 10 км³ воды в год, а снижение удельных затрат стока на 1 га реконструируемой площади 4,1 млн. га составит порядка 2500 м³ воды в год.

Следует иметь в виду, что из-за обостряющихся дефицитов в оросительной воде возвратные воды можно использовать непосредственно на массивах орошения. Интенсивное повторное использование водных ресурсов, в частности коллекторно-дренажного стока, в будущем будет увеличиваться.

Удельные затраты на мероприятия по переустройству старооро-шаемых систем в бассейне Аральского моря могут, по мнению Комиссии ГЭК Госплана СССР под председательством Г. В. Воропаева, составить 5-6 тыс. руб/га. Однако мероприятия по переустройству оросительных систем должны проводиться в нужных масштабах во всем среднеазиатском регионе.

Переустройство должно быть завершено до конца века. Для чего требуется, в первую очередь, скорейшее составление проектов комплексного переустройства оросительных систем бассейнов рек Амударьи и Сырдарьи, где должны быть определены очередность и сроки мероприятий по переустройству каждой системы.

Технические возможности увеличения располагаемых водных ресурсов, рассмотрены в предыдущих главах. Здесь покажем основные их экономические характеристики.

Сооружение гидроузлов на реках Средней Азии с крупными водохранилищами для регулирования стока требует значительных капиталовложений. Учитывая комплексный характер использования этих водохранилищ, главным образом, для ирригации и энергетики, непременным условием эффективного планирования капиталовложений в гидростроительство является долевое участие каждого участника комплекса в финансировании строительства.

Экономическая оценка эффективности регулирования стока сделана по имеющимся проектным материалам основных гидроузлов в бассейнах Сырдарьи и Амударьи (табл. 6.10).

Для этих гидроузлов удельные капиталовложения, относимые на ирригацию, составляют в среднем по всем гидроузлам около 45 млн. руб. на 1 км³. Удельные расчетные затраты на 1 км³ дополнительной воды (0,12К+И), получаемой в целом при регулировании стока, при годовых эксплуатационных затратах по гидроузлам 2% от капиталовложений, составят 6,2 млн. руб/км³.

Другие возможные пути увеличения располагаемых водных ресурсов в бассейне Аральского моря (без привлечения вод извне) были исследованы ИВП АН СССР. Проведенная работа показывает, что:

Таблица 6.10

(Из материалов Комиссии А. А. Борового)

Наименование гидроузла	Бассейн	Капиталовложения по смете «А», млн. руб.	Капиталовложения относимые на ирригацию, млн. руб.	Прирост располагаемых водных ресурсов, куб. км/год
Чарвакский	Сырдарьи	256	109	1,5
Токтогульский	»	478	172	4,5
Андижанский	»	230	230	1,0
Нурекский	Амударьи	703	140	6,8
Тюямуюнский	»	332	270	4,4
Рогунский	»	1040	200	7,1
Всего		3039	1121	25,3

— дальнейшее многолетнее регулирование стока основных рек — Амударьи и Сырдарьи и их притоков,

— повышение степени использования подземных вод региона,

— опреснение минерализованных подземных и дренажных вод,

— рассолонение шахтных и возвратных вод и использование сточных вод промышленности,

— увеличение поверхностного стока за счет искусственного стимулирования выпадения осадков,

— сокращение испарения с водной поверхности,

—интенсификация таяния ледников и снежников

не могут являться альтернативой переброске стока сибирских рек. Вместе с тем все указанные мероприятия не должны игнорироваться при анализе оптимальных путей водообеспечения развивающейся экономики Срединного региона.

Баланс продукции. Расчет народнохозяйственных показателей продукции, получаемой при освоении водных ресурсов на перебрасываемом стоке производится по следующей схеме.

а) Целевая программа при оценке перспектив развития народного хозяйства Срединного региона исходит из потребности народного хозяйства страны, стран-членов СЭВ и др. увеличения производства хлопка, из возможно более полного самообеспечения населения в продуктах питания и создания на территории Средней Азии и южного Казахстана новой крупной базы производства овощебахчевых культур, фруктов и винограда.

б) Размещение производства сельскохозяйственных культур на суходольных угодьях производится с учетом специализации сельского хозяйства, имеющихся земельных ресурсов и прогнозов урожайности. Сопоставление потребностей определенного выше объема сельскохозяйственной продукции с возможностями ее производства

на суходольных землях определяет дефицит продукции, который производится на орошаемых землях. Размер орошаемых площадей определяется исходя из расчетной урожайности основных сельскохозяйственных культур на этих землях на уровень рассматриваемой перспективы.

в) Водозабор на орошение определяется исходя из размещения площадей и оросительных норм водопотребления для соответствующих зон региона. Суммарное водопотребление определяется с учетом развития других водопотребляющих отраслей народного хозяйства.

г) Водохозяйственные балансы составляются по всем крупным рекам бассейна Срединного региона, Уральскому экономическому району, Западной Сибири, Казахстану и Средней Азии. По их результатам выявляется дефицит (избыток) водных ресурсов в бассейне.

д) Намечаются мероприятия по водообеспечению развития отраслей народного хозяйства в условиях внедрения научно-технического прогресса в водопользовании. Считается, что при условии полного безвозвратного расходования собственного стока рек и проведения всех мероприятий по использованию местных дополнительных водных ресурсов покрытие дефицита возможно только при условии пополнения водных ресурсов извне.

е) Далее определяются экономические показатели переброски стока и сельскохозяйственных культур, выращиваемых на базе сибирской воды.

Определение возможных вариантов развития Срединного региона с учетом рационального использования его ресурсных возможностей должно содержать альтернативный анализ важнейших целевых установок развития региона. Этот анализ должен вестись с народнохозяйственных позиций, т. е. должны быть рассмотрены различные варианты получения тождественной программной продукции, сроки ее получения и связанные с этим затраты.

При определении возможных альтернатив развития производительных сил Срединного региона ИЭиОПП СО АН СССР (академик А. Г. Аганбегян, д. э. н. Р. И. Шнипер) считает, что необходимо учитывать следующие важнейшие обстоятельства:

1. Дефицит воды в условиях Средней Азии должен выступать главным регулирующим и ограничивающим фактором развития и размещения здесь водоемких производств и предприятий, существенно загрязняющих водоемы. Прежде всего это касается отдельных химических производств (особенно на стадии первичной обработки сырья и получения полуфабрикатов), черной металлургии и других производств, даже высокоэффективных при приближении их к источникам сырья и местам потребления продукции. Размещение большинства промышленных предприятий (за исключением добывающих отраслей более маневренно и менее жестко привязано к определенным территориям, чем сельское хозяйство, где одним из

важнейших факторов развития являются земля и естественный тепловой потенциал, которые не обладают мобильностью.

2. Учитывая непосредственную связь переброски части стока сибирских рек в южные районы Срединного региона с решением продовольственной проблемы, необходимо определить:

— потребности в различных видах сельскохозяйственной продукции с учетом возможной замены их другим сырьем или развитием внешнеэкономических связей;

— пространственную структуру размещения производства основных видов сельскохозяйственной продукции;

— возможности и ограничивающие условия расширения производства сельскохозяйственной продукции в различных районах страны;

— эффективность производства важнейших видов сельскохозяйственной продукции в различных районах страны;

— масштабы инфраструктурного обеспечения развития сельскохозяйственного производства и перерабатывающих отраслей, варианты их пространственного размещения и задачи последующего развития, нацеленные на увеличение объемов переброски сельскохозяйственной продукции и повышение ее сохранности и качества.

3. Использование дополнительной воды, полученной в результате переброски части стока сибирских рек в сельском хозяйстве южной зоны Срединного региона возможно не только для увеличения продовольственных ресурсов страны, но и для дальнейшего развития хлопкового комплекса с целью расширения сырьевой базы текстильной промышленности. Решение этой проблемы связано с изучением следующих вопросов:

— изменения структуры потребления текстильного сырья и возможного изменения требований, предъявляемых к хлопковому комплексу Средней Азии;

— замещения части хлопка химическими волокнами и связанных с этим дополнительных затрат на производство сырья для получения продукции, строительства новых химических производств, расширения и реконструкции действующих;

— увеличения доли хлопка в балансе текстильного сырья и использования дополнительных орошаемых земель для увеличения посевов хлопка;

— получения продовольственных сельскохозяйственных продуктов, которые могли бы быть получены на новых орошаемых землях, в других районах страны, и определения затрат на эти цели.

Учитывая, что производство различных сельскохозяйственных культур отличается как по трудоемкости, так и по водоемкости, выбор внутриотраслевой структуры сельского хозяйства Срединного региона должен осуществляться с учетом существующих ограничений по труду и воде.

4. Предполагается, что магистральный канал переброски будет судоходным. Выполнение транспортных функций предъявляет определенные требования к объемам воды в канале и должно быть

учтено при определении водопотребителей. Решение вопроса о водопотребителях дополнительной воды предопределяет требования к инфраструктурному обустройству зоны влияния канала, последозательности создания объектов и т. д.

Ясное понимание перспективы — это важнейший признак программы. Отсутствие перспективы становится одной из самых серьезных причин принятия решений, отвечающих сиюминутным интересам развития отдельных отраслей, когда цепь негативных последствий принятых решений в самом отдаленном будущем может во много раз перекрывать те положительные результаты, которые будут получены за счет осуществления того или иного программного мероприятия.

Программа развития производительных сил Срединного региона должна представлять из себя систему взаимосвязанных разноаспектных мероприятий, которые должны быть сбалансированы во времени и в пространстве.

Таким образом, выбор оптимального варианта структуры производства в зоне влияния канала переброски должен осуществляться с позиций использования водных ресурсов, которые бы отвечали народнохозяйственным интересам.

Представляется, что при условии обоснования перечня альтернатив и надежной информационной и нормативной основы их технико-экономических характеристик возможно получение оценки сравнительной эффективности переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана на принципиальной основе разработанных методов для определения эффективности водохозяйственных комплексов с небольшой их модификацией.

Проблемы социально-экономического сравнения. Сравнение вариантов выполнялось при соблюдении условий сопоставимости достижения в вариантах целей, поставленных перед развивающейся структурой, связанной с переброской стока.

В технико-экономическом обосновании переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан сравнение вариантов проводилось на основе двух вариантов развития народного хозяйства — без переброски стока (базисный вариант) и с переброской.

Общий вывод сделан однозначно в пользу перераспределения водных ресурсов на юг Срединного региона. Здесь следует обратить внимание на то, что при проведении исследований по обоснованию рассматриваемых вариантов встретились с большими отклонениями в величине оценок по сравниваемым составляющим этих вариантов и их направленности. Это говорит о том, что научные основы и проектная практика обоснования путей достижения цели еще недостаточно разработаны и не имеют надежной нормативной основы. К этому следует, однако, сделать существенное добавление. При решении задачи обоснования развития республик Средней Азии и Казахстана в условиях удовлетворения водными ресурсами научными и проектными организациями разработаны социально-эконо-

мические показатели мероприятий по повышению водообеспеченности — переброски стока. Разработка базисного «бесперебросочного» варианта со всей очевидностью показывает, что в условиях дефицита водных ресурсов социально-экономическое развитие Среднеазиатского экономического района должно претерпеть резкие, в основном в худшую сторону, изменения. В настоящее время научное обоснование принципов прогнозирования таких изменений разработано еще не до конца. Поэтому набор альтернатив, и их оценка будет сильно варьироваться. Кстати, с подобного рода трудностями приходится сталкиваться и при решении задач выявления фактической сравнительной эффективности любых существующих крупных комплексных водохозяйственных объектов. При сравнении развития региона, охватываемого зоной влияния водохозяйственного объекта, фактически имеющиеся достигнутые показатели должны сравниваться, исходя из имеющихся рекомендаций, с другими аналогичными предприятиями. Но в водном хозяйстве аналогов крупным водохозяйственным комплексам выявить практически невозможно. В дополнение к этому мы пришли к выводу, что реконструкция социально-экономического состояния региона для условий «что было бы, если бы не было воды» носит схоластический характер и сравнение с таким вариантом не может считаться научно-обоснованным, а значит и убедительным.

Для решения крупномасштабных задач корректнее постановка задачи не по принципу «что было бы . . .», а задачи типа — какими наиболее экономичными путями можно достигнуть поставленной цели — удовлетворение все возрастающих материальных и духовных потребностей народа.

Общая эффективность. Ускорение темпов мелиоративного строительства началось после решений Майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС, когда мелиорация была признана одним из важнейших факторов интенсификации сельскохозяйственного производства и увеличения урожайности зерна, кормовых и технических культур. За период 1966-1980 гг. в мелиорацию вложено 74,8 млрд. руб. капитальных вложений. Площади мелиорируемых земель возросли в стране более чем вдвое и достигли в 1982 г. 31,7 млн. га, в том числе орошаемых земель — 18,3 млн. га и осушенных — 13,4 млн. га. При этом производство валовой продукции растениеводства увеличилось с 6,2 млрд. руб. в 1965 г. до 15,4 млрд. руб. в 1982 году, а удельный вес в общей продукции растениеводства в общественном секторе в 1982 году составил 34%. Две трети прироста сельскохозяйственной продукции за последние 15 лет получены с мелиорированных земель, с 1966 по 1982 год всего получено 190 млрд. руб., а со всех земель — 368,9 млрд. руб. валовой продукции земледелия колхозов и государственных хозяйств (рис. 6-1).

Динамика роста валовой продукции земледелия колхозов и государственных хозяйств республик Средней Азии и Казахстана показана на рис. 6.2, а урожайность кукурузы на зерно на орошаемых землях на рис. 6.3.

ДИНАМИКА РОСТА ВАЛОВОЙ ПРОДУКЦИЙ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КОЛХОЗОВ И ГОСУДАРСТВЕННЫХ ХОЗЯЙСТВ (МЛРД. РУБ.)

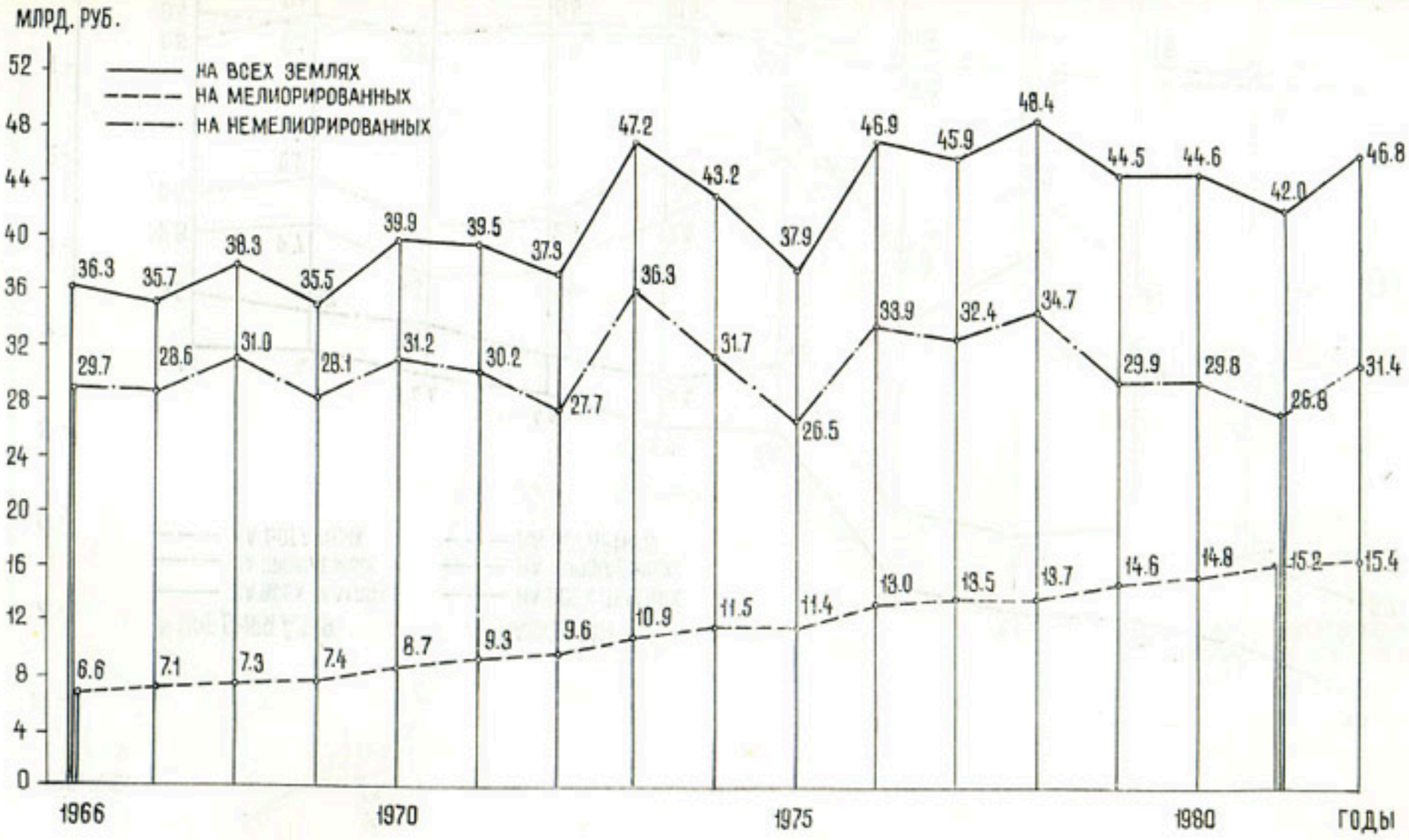


Рис. 6.1

ДИНАМИКА РОСТА ВАЛОВОЙ ПРОДУКЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КОЛХОЗОВ И ГОСУДАРСТВЕННЫХ ХОЗЯЙСТВ РЕСПУБЛИК СРЕДНЕЙ АЗИИ И КАЗАХСТАНА (МЛРД. РУБ.)

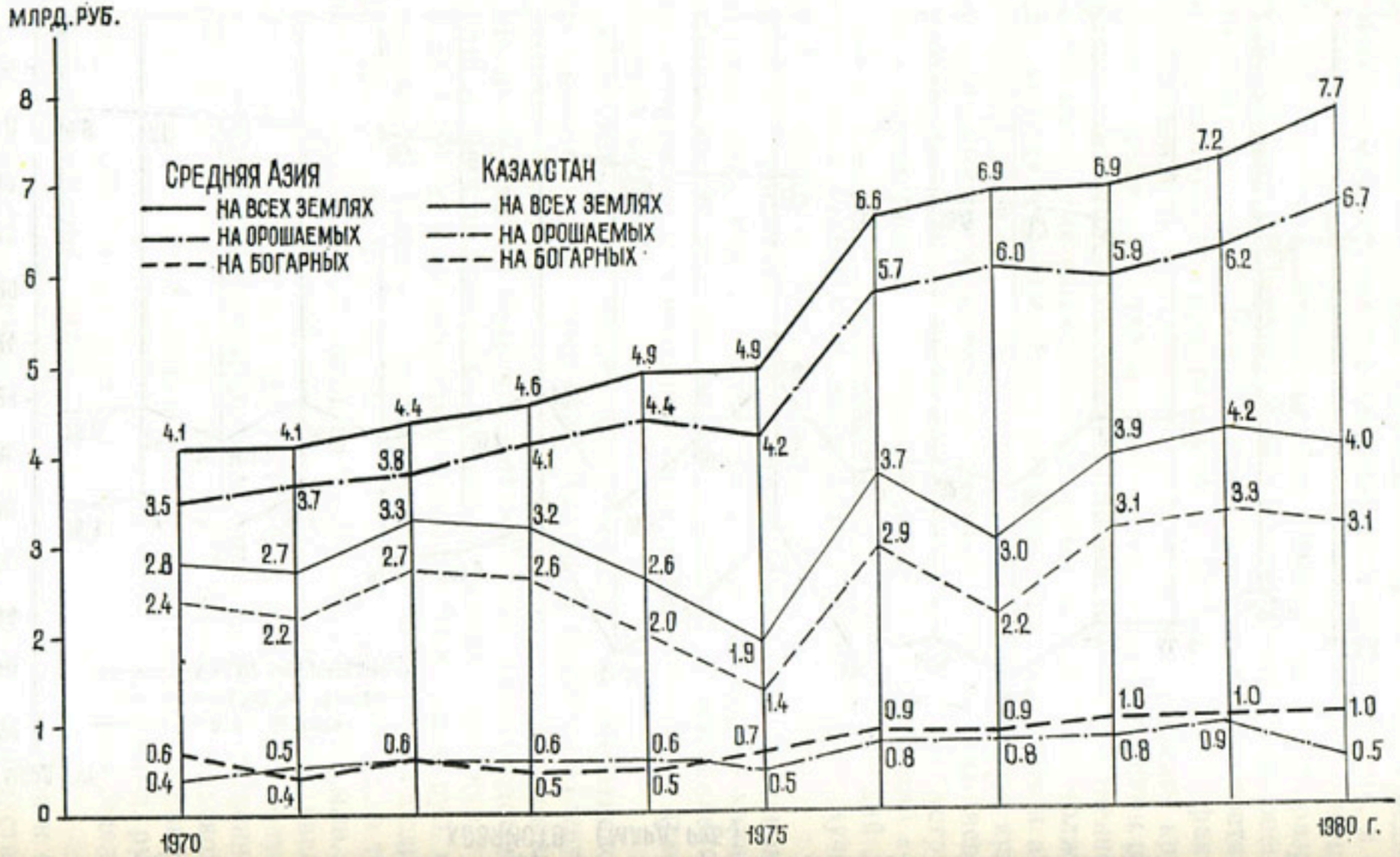


Рис. 6.2

УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО НА ОРОШЕНИИ

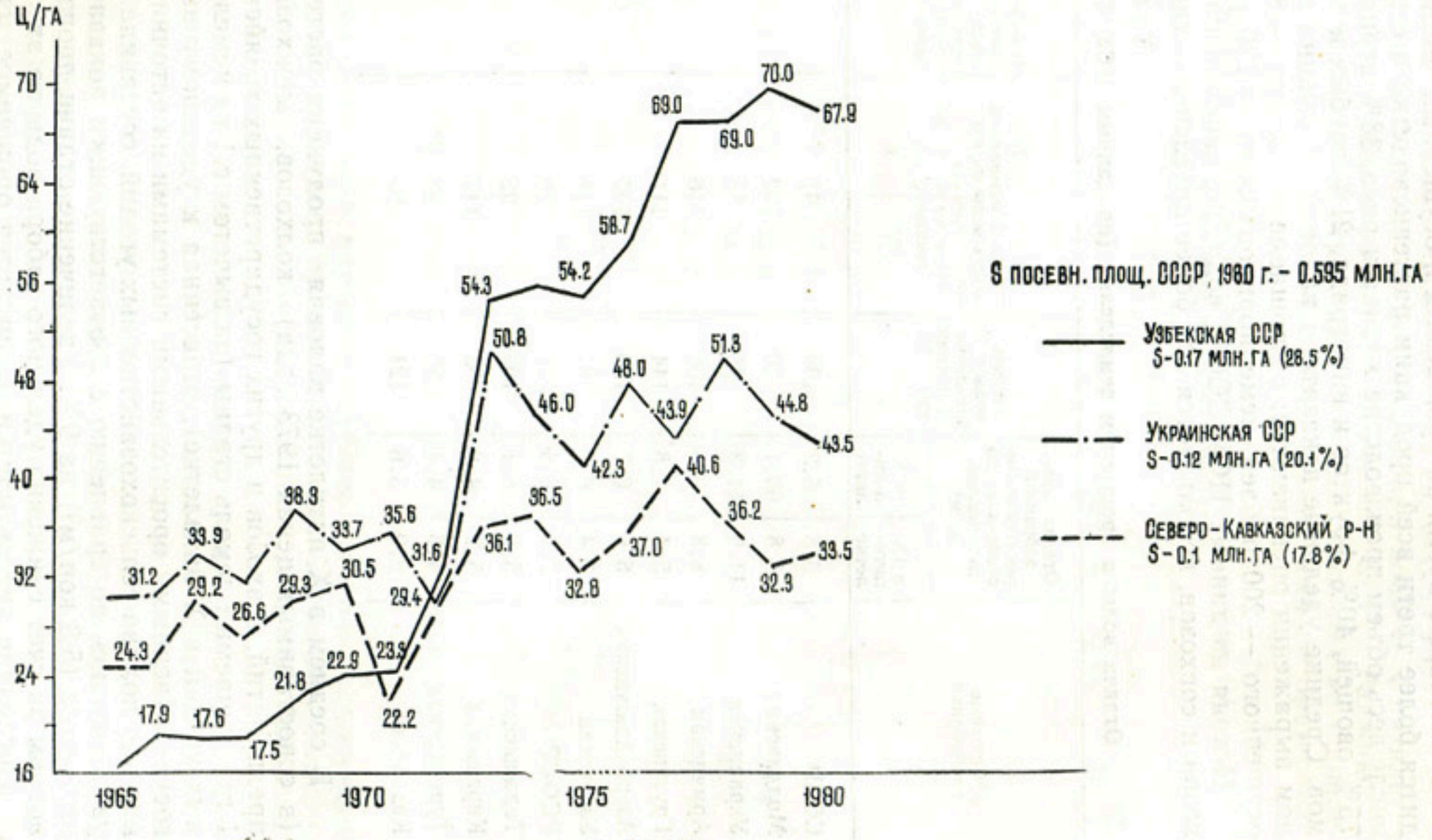


Рис. 6.3

В настоящее время на орошаемых и осушенных землях производится более трети всей продукции растениеводства в стране, в том числе весь объем производства хлопка и риса, 38% зерна кукурузы, 75% овощей, 40% фруктов и винограда, 21% грубых и сочных кормов. Средние удельные показатели валовой продукции в стоимостном выражении оцениваются: с орошаемого гектара — 800 рублей, осушенного — 200 рублей, немелиорированного — 136 рублей.

Исходя из данных ЦСУ СССР, вода, подаваемая на поля колхозов и совхозов, используется все более интенсивно, табл. 6.11.

Таблица 6.11

Отдача воды в орошаемом земледелии (по данным ЦСУ СССР)

Союзные республики	Отдача воды, забранной оросительными системами, по пятилетиям, коп/м³		Отдача воды в X пятилетке в процентах к IX	Процент изменения забора воды на единицу площади в X пятилетке по отношению к IX	Процент изменения прибавки валового продукта орошаемых земель на единицу площади в X пятилетке по отношению к IX
	в IX пятилетке	в X пятилетке			
СССР	5,8	6,3	109	91	99
Молдавская	85,8	60,1	70	122	86
Украинская	11,9	11,3	95	85	81
Армянская	8,8	9,5	108	116	126
Грузинская	5,4	7,8	144	111	162
Азербайджанская	5,6	6,7	120	107	130
Узбекская	7,4	6,7	91	114	102
РСФСР	5,1	6,5	127	70	89
Таджикская	5,6	6,1	109	92	101
Киргизская	5,2	4,8	92	111	104
Туркменская	4,6	4,4	96	99	95
Казахская	2,9	3,6	124	85	107

В среднем в X пятилетке валовая продукция растениеводства (в сопоставимых ценах 1973 года) колхозов, межхозяйственных предприятий, совхозов и других государственных хозяйств страны с 1 га орошаемых земель страны (за вычетом с 1 га немелиорированных угодий в X пятилетке), отнесенная к удельному забору воды государственными оросительными системами из источников орошения для полива сельскохозяйственных угодий, составила 6,3 коп/м³, увеличившись по сравнению с соответствующим показателем в IX пятилетке (5,8 коп/м³) на 9%. Увеличение отдачи произошло в основном за счет снижения удельного забора воды за эти пятилетки.

Последние две пятилетки развивается орошаемое земледелие в Белорусской ССР, Литовской ССР, Латвийской ССР, Эстонской

ССР, главным образом для выращивания картофеля, овощных и кормовых культур, превысившее 60 тыс. га. в 1980 году.

По данным ЦСУ СССР видно, что заборы воды в X пятилетке уменьшились по сравнению с IX в Казахской ССР, Таджикской ССР. В последние годы структура посевных площадей на орошаемых землях, изложенная в табл. 6.12, практически не претерпела

Таблица 6.12

Структура посевных площадей на орошаемых землях по данным ЦСУ СССР (в % ко всей посевной площади)

Союзные республики	Годы	Зерновые культуры		Технические культуры	Картофель. овоще-бахчевые культуры	Кормовые культуры
		всего	из них рис			
Узбекская ССР	1970	7,2	2,5	73,7	3,2	15,9
	1975	9,4	2,4	67,2	3,7	19,8
	1980	14,0	3,4	63,4	3,9	18,7
Казахская ССР	1970	37,6	6,8	16,6	6,5	39,3
	1975	36,0	7,5	13,9	6,4	43,7
	1980	29,4	7,9	13,7	6,6	50,3
Киргизская ССР	1970	32,8	0	19,3	2,5	45,4
	1975	34,8	0	17,4	2,8	45,0
	1980	33,7	0	15,4	3,2	47,7
Таджикская ССР	1970	11,2	1,3	63,4	3,6	21,8
	1975	9,0	1,1	61,4	4,0	25,6
	1980	9,1	1,1	62,3	3,6	25,0
Туркменская ССР	1970	9,8	1,3	67,2	6,1	17,9
	1975	13,7	1,3	61,7	4,6	20,0
	1980	14,3	1,1	58,4	4,0	23,3

существенных изменений внутри республик. Валовая продукция растениеводства с гектара орошаемых земель неуклонно увеличивалась, табл. 6.13, но при этом не отмечено улучшения использования водных ресурсов.

В таблице 6.14 показана отдача валовой продукции растениеводства в среднем за год на 1 км³ воды, забранной орошаемыми системами из источника, по республикам. На фоне того, что отмечено увеличение себестоимости основных сельскохозяйственных культур, производимых на орошаемых землях, табл. 6.15, чистый доход за эти периоды увеличился (табл. 6.16). Все это говорит о том, что требуется тщательный анализ фактической эффективности водохозяйственных систем в целом с речными системами, а также колхо-

Таблица 6.13

Валовая продукция растениеводства в среднем за год с 1 га орошаемых сельскохозяйственных угодий (без пастбищ) по данным ЦСУ СССР (в сопоставимых ценах 1973 года, рублей)

Союзные республики	1966-1970	1971-1975	1976-1979
Узбекская ССР	980	1201	1263
Казахская ССР	436	458	494
Киргизская ССР	424	561	597
Таджикская ССР	1093	1356	1391
Туркменская ССР	879	957	921

Таблица 6.14

Валовая продукция растениеводства в среднем за год на 1 км³ воды, забранной орошаемыми системами из источника, по данным ЦСУ СССР (млн. руб./км³)

Союзные республики	1971-1975	1976-1979
Узбекская ССР	73,4	69,2
Казахская ССР	34,2	40,6
Киргизская ССР	54,0	51,8
Таджикская ССР	58,3	61,5
Туркменская ССР	43,1	42,2
В среднем по республикам	57,5	57,8

Таблица 6.15

Соотношение средней себестоимости основных сельскохозяйственных культур на орошаемых землях совхозов за 1976—1979 гг. к средней себестоимости за 1971—1975 гг., в % (по данным ЦСУ СССР)

Союзные республики	Зерно (без кукурузы и риса)	Рис-сырец	Хлопок-сырец
Узбекская ССР	110	101	116
Казахская ССР	121	104	115
Киргизская ССР	109	—	106
Таджикская ССР	181	106	121
Туркменская ССР	116	146	112

Таблица 6.16

Динамика чистого дохода с учетом налога с оборота совхозов по основным сельскохозяйственным культурам в бассейне Аральского моря (по данным ЦСУ СССР), руб./га

Продукция	Союзные республики	1970 г.	1979 г.
Зерновые (продовольственные	Узбекистан	47	73
	Казахстан	60	83
	Туркмения	—40	—59
Рис-сырец	Узбекистан	—23	81
	Казахстан	327	413
Хлопок-сырец	Узбекистан	1471	1515
	Таджикистан	2253	1950
	Туркмения	1223	1424
Кукуруза на зерно	Узбекистан (колхозы)	129	378
	Казахстан	168	140
	Киргизия	349	162

зов и совхозов, функционирующих на базе этих водных ресурсов в определенных природно-климатических условиях.

К настоящему времени стоимость основных мелиоративных фондов в стране достигла 34 млрд. рублей. К 1985 году стоимость этих фондов, включающих оросительные и осушительные системы, крупные гидроузлы, каналы и водохранилища, достигнет 51,9 млрд. рублей, а к 2000 году 127,7 млрд. рублей. Содержание в работоспособном состоянии растущих мелиоративных фондов потребует увеличения объемов ремонтно-эксплуатационных работ, что составит, включая капитальный ремонт, в 1985 г.—1530 млн. руб., а в 2000 г.—3700 млн. рублей.

Для выполнения намечаемой до 2000 года программы развития мелиорации (ТЭД. Минводхоз, 1983) и получения с мелиорируемых земель сельскохозяйственной продукции в намечаемом объеме потребуются следующие капитальные вложения за период 1986-2000 гг.

млрд. руб.

1. Мелиоративное и водохозяйственное строительство — 128,5

В том числе:

Крупные гидроузлы — 4,0

Межбассейновая переброска стока рек — 14,3

Энергетика (оборудование и машины) — 15,2

База индустриализации — 7,3

Совхозное строительство — 16,8

2. Непроизводственное строительство для водохозяйственных организаций — 11,3

Всего 179,1

в том числе:

нецентрализованные капвложения — 1,8

За двадцатилетний период объем дополнительной сельскохозяйственной продукции растениеводства и животноводства в размере 52,1 млрд. руб. будет получен за счет проведения следующих мероприятий (Табл. 6.17).

Таблица 6.17

Наименование мероприятий	Ввод площадей, млн. га	Объем дополнительной продукции, млрд. руб
Орошение — новое строительство	16,0	26,7
Реконструкция оросительных систем	10,0	8,4
Осушение — новое строительство	11,7	7,9
Реконструкция осушительных систем	4,9	2,5
Обводнение пастбищ	77,3	1,6
Реконструкция обводнительных сооружений	176,0	0,6
Сельскохозяйственное водоснабжение	—	1,0
Культуртехнические мероприятия	33,0	3,4
Всего:		52,1

Выполненные расчеты показывают, что к 2000 г. продуктивность орошаемых земель по сравнению с современной увеличится в 1,5 раза и составит 1150 руб/га, а осушенных — в 1,6 раза и 322 руб/га.

Намечаемое развитие орошения в СССР (в тыс. га) в 1982 г.— 18307,в 1986 г.—20616, в 1991 г.—24020, в 1996 г.—28053, в 2001 г.— 32425 тыс. га. Производство сельскохозяйственной продукции на этих землях показано в табл. 6.18.

Таблица 6.18

Производство сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях в СССР, тыс. тонн

Годы	Зерновые, всего	В том числе:			Хлопчатник	Овощи и бахчевые	Картофель	Корма с пашни и естественных угодий, кормовых единиц
		Кукуруза на зерно	Рис	Просо				
1985	15215	6878	3051	100	10052	19860	3079	40805
1990	22609	13046	3620	378	10500	26015	3352	53061
1995	34696	20368	4008	900	11000	31253	4701	64771
2000	45719	25329	4253	2020	11500	35606	6177	80602

Широкое применение в предстоящее двадцатилетие водосберегающих технологий позволит достигнуть к 2000 году затрат воды в объеме 7150 м³/га, в результате чего отдача воды составит 16 при современных около 8 коп/м³, что достигается за счет технического прогресса в водопотреблении при экономии воды в 1,5 раза и почти в 1,5 раза увеличении отдачи гектара. Для определения экономической эффективности из общего объема капитальных вложений, предусмотренных на период 1981-2000 гг. в сумме 218,9 млрд. рублей, объем окупаемых капитальных вложений составит 184,5 млрд. рублей. При этом стоимость приростной продукции земледелия на мелиорируемых землях на 1 рубль капвложений составит 2,17 руб. и возрастет по сравнению с современным в 2 раза.

Дополнительный совокупный валовой доход определен как разница между стоимостью дополнительной продукции и материальными и эксплуатационными затратами и составляет 28,1 млрд. рублей, а коэффициент эффективности на год полного освоения составит 0,14.

В связи с недостаточной площадью мелиорированных земель и неустойчивой продуктивностью богарного земледелия, Советский Союз вынужден ежегодно импортировать все большее и большее количества зерна, мяса, животного масла и других сельскохозяйственных продуктов. За последние два пятилетия объем импорта возрос почти в 9 раз и в 1981 году достиг 23,2 миллиардов долларов. В 1981 году из-за рубежа ввезено 42,0 миллиона тонн зерна и бобов, в том числе пшеницы 17 млн. тонн и кукурузы — 18,8 млн. тонн; 980 тысяч тонн мяса и 215 тысяч тонн животного масла. Получение такого объема сельскохозяйственной продукции непосредственно в стране было бы возможно при увеличении орошаемых земель в наиболее плодородных районах в 2 раза.

Затраты конвертируемой валюты в среднем 40-50 млрд. рублей в год, более чем вдвое превосходящие капиталовложения, необходимые для получения эквивалентной продукции с мелиорированных земель, явно нецелесообразны.

В программе развития мелиорации СССР переброска части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана является важной составляющей частью, определяющей направленность социально-экономического развития Срединного региона.

За счет перебрасываемой воды появится возможность дополнительного орошения 4,5 млн. га земель, в том числе в районах РСФСР — 1,5 млн. га и Средней Азии и Казахстана — 3 млн. га, табл. 6.19, рис. 6.4. Орошаемые земли проектируется использовать главным образом под посевы зерновых и кормовых, а также овощных культур. Это позволит полностью покрыть внутрирегиональную потребность в основных продуктах питания, значительно увеличить производство животноводческой продукции (мясо, молоко) не только для региона, но и для общесоюзного продовольственного фонда.

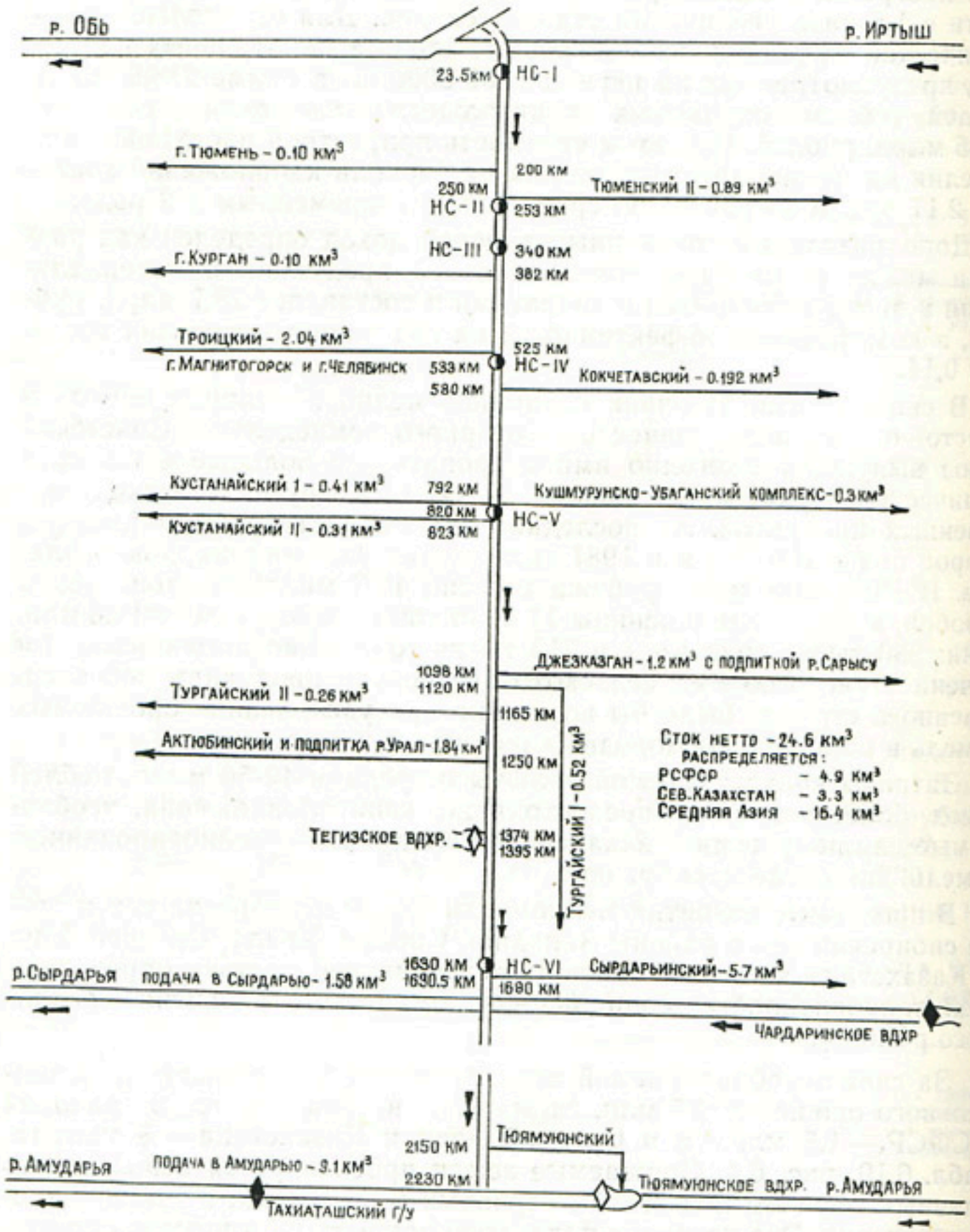


СХЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕБРАСЫВАЕМОГО СТОКА (27.2 км³)
р. Обь
р. Иртыш
23.5км
НС-I
г. Тюмень - 0.10 км³
200 км
250 км
Тюменский II - 0.89 км³
НС-II
253 км
НС-III
340 км
г. Курган - 0.10 км³
382 км
Троицкий - 2.04 км³
525 км
г. Магнитогорск и г. Челябинск
533 км
НС-IV
Кокчетавский - 0.192 км³
580 км
Кустанайский I - 0.41 км³
792 км
Кушмурунско-Убаганский комплекс-0.3 км³
820 км
НС-V
Кустанайский II - 0.31 км³
823 км
1098 км
Джезказган - 1.2 км³ с подпиткой р. Сарысу
1120 км
Тургайский II - 0.26 км³
1165 км
Актюбинский и подпитка р. Урал - 1.84 км³
1250 км
Тургайский I - 0.52 км³
Сток нетто - 24.6 км³
распределяется:
РСФСР - 4.9 км³
Сев. Казахстан - 3.3 км³
Средняя Азия - 16.4 км³
Тегизское вдхр.
1374 км
1395 км
1630 км
НС-VI
Сырдарьинский - 5.7 км³
р. Сырдарья
подача в Сырдарью - 1.58 км³
1630.5 км
1680 км
Чардаринское вдхр
Тюямуюнский
2150 км
р. Амударья
подача в Амударью - 3.1 км³
2230 км
Тюямуюнское вдхр.
р. Амударья
Тахиаташский г/у

Рис. 6.4

Таблица 6.19

Распределение перебрасываемой воды и приросты площадей орошения

Зоны	Объемы воды, куб. км/год	Приросты площадей, тыс./га
РСФСР	4,9	1500
в том числе:		
Тюменская область	1,0	350
Курганская область	1,0	290
Челябинская область	1,2	310
Оренбургская область	1,7	550
Северный Казахстан	3,3	1295
Средняя Азия и Южный Казахстан	16,4	1755
Всего	24,6	4550

Выход продукции сельского хозяйства в зоне канала переброски определен следующим:

Объем продукции растениеводства, (млн. т)
Зерно — 17,1
в том числе кукуруза — 13,1
Корма без зерна (кормовых единиц) — 23,4
то же, с учетом зерна (кормовых единиц) — 45,1
Овощи, бахча, картофель — 6,7

Объем продукции животноводства, получаемой от использования продукции растениеводства, может составить (млн. т):
Мясо — 2,9
Молоко — 10,9
Яйцо, млрд. шт. — 9,2

Переброска стока решает важнейшие вопросы сельскохозяйственного развития страны и экономически эффективна, т. к. повышает водообеспеченность маловодных, но благоприятных по природно-климатическим условиям и трудообеспеченности районов, где развитие орошаемого земледелия позволит значительно уменьшить зависимость сельскохозяйственного производства от погодных условий, а также повысить надежность производства как в растениеводстве, так и в животноводстве.

Наряду с обеспечением дальнейшего развития орошаемого земледелия в Средней Азии переброска стока позволит значительно улучшить водообеспечение крупных промышленных комплексов в Тюменской, Курганской, Челябинской и Оренбургской областях РСФСР, а также в Кустанайской, Кокчетавской, Тургайской, Джезказганской, и Кзыл-Ординской областях Казахской ССР.

Проходя через зону размещения богатейших месторождений полезных ископаемых, Главный канал Сибарал обеспечит устойчивое водоснабжение новых производств электроэнергии, железа, стали,

алюминия, титана, меди, фосфора со всей необходимой для городов этих областей инфраструктурой. Подача воды в эти районы будет стимулировать не намечавшееся ранее (из-за отсутствия воды) освоение месторождений полезных ископаемых и развитие добывающей и связанных с ней отраслей промышленности в зоне влияния канала. Так, в Казахской ССР будут созданы благоприятные условия для ввода в промышленную эксплуатацию неосваиваемых до настоящего времени месторождений с большими запасами железной руды, химического сырья, угля, нефти и др. Водообеспечение будет иметь решающее значение для использования богатейшей сырьевой базы Тургая. Только разведанные запасы Убаганского буроугольного бассейна позволяют организовать крупнейшую энергетическую базу мощностью 20 млн. кВт. По имеющимся расчетам формирование и развитие в хозяйственной зоне канала переброски территориально-производственных комплексов позволит добывать ежегодно бурого угля — 90 млн. т, вырабатывать электроэнергии — 128 млрд. кВт. ч, добывать железной руды — 46 млн. т, производить чугуна — 3,5 млн. т, стали — 5 млн. т, минеральных удобрений — 7 млн. т. Огромные запасы и разнообразие полезных ископаемых в сочетании с чрезвычайно выгодным экономико-географическим положением (на западе — индустриальный Урал, на востоке — промышленно развитые районы Центрального Казахстана) позволяют выделить эту территорию в особый, государственной важности промышленно-экономический раойн.

В Средней Азии переброска стока позволит значительно ускорить освоение перспективных месторождений газа и химического сырья, полиметаллов и цементного сырья, что послужит основой для развития здесь промышленности строительных материалов и стройиндустрии.

Сравнение вариантов подачи сибирской воды и из других источников в районы Среднего и Южного Урала и Курганскую область показало преимущества первого из них. Так, в 1980 г. институтом «Союзгипроводхоз» было составлено ТЭО водоснабжения Свердловской, Челябинской, Курганской и Оренбургской областей из рек Туры и Тавды. Стоимость подачи 4,1 км³ воды в год была определена в 5,8 млрд. руб., в т. ч. очистка воды и защита водоисточников от загрязнения 2,8 млрд. руб. Таким образом, 1 куб. км воды, подаваемый из Туры и Тавды, оценивался в 1,44 млрд. руб., что в 2,8 раза дороже переброски части стока сибирских рек. Для водоснабжения промышленности и коммунального хозяйства г. Кургана в настоящее время разрабатывается проект Кочердыкского водохранилища на р. Тобол, с полезной отдачей всего 0,12 куб. км воды в год при стоимости водохранилища более 300 млн. руб. Удельная стоимость в пересчете на 1 куб. км воды составит 2,5 млрд. руб., т. е. в 5 раз дороже переброски части стока сибирских рек.

Стоимость строительства канала при переброске 27,2 куб. км оценена в 13,8 млрд. руб. или 0,52 млрд. руб. на 1 куб. км. Объекты производственного назначения составляют 85% сметной стоимости,

жилищное строительство — 8,5%, и объекты строительной индустрии — 6,5%. Хозяйственное использование водных ресурсов канала для орошения земель связано с созданием совхозов и животноводческих хозяйств на новых поливных землях. Капитальные вложения на водохозяйственное и сельскохозяйственное строительство и освоение земель оцениваются по действующим нормативам в 18,8 млрд. руб.

В ТЭО определение экономической эффективности капвложений в мелиорацию и агропромышленный комплекс выполнено в соответствии с действующими методическими рекомендациями Госплана СССР, Госстроя СССР и АН СССР. В процессе государственной экспертизы осуществлены дополнительные расчеты экономической эффективности, по методике Госплана СССР с помощью автоматизированной системы Госплана СССР на ЭВМ Научно-исследовательского экономического института при Госплане СССР. Результаты расчетов показывают, что при общих капиталовложениях в объекты мелиорации и агропромышленного комплекса 32,6 млрд. руб. среднегодовая прибыль в период эксплуатации и рентабельность комплекса в целом оказываются несколько выше нормативного уровня. Эти результаты получены при оценке сельхозпродукции по закупочным ценам. Учет этой продукции по ценам внешнего рынка увеличивает чистый доход на 2,2 млрд. руб., а рентабельность комплекса в целом до 20%. По отдельным районам зоны переброски экономические показатели будут следующими (табл. 6.20)

Таблица 6.20

млрд. рублей

Показатели	РСФСР (Урал и Западная Сибирь)	КазССР	Республики Средней Азии	Итого
Капитальные вложения	8,1	11,2	13,3	32,6
Затраты периода строительства (1986—1999 гг.) с учетом потерь из-за отвлечения средств и доходов частичной эксплуатации	14,1	18,8	13,9	46,8
Среднегодовая прибыль после завершения строительства	1,9	1,9	3,7	7,5
Среднегодовая рентабельность, %	13,6	10,38	26,4	16,1

В проведенных расчетах введена цена на воду, что позволило перераспределить доходы сельского хозяйства южных районов в пользу районов, добывающих и транспортирующих водные ресурсы, и обеспечить окупаемость их капвложений и рентабельность производственной деятельности объектов РСФСР и Казахской ССР.

До последнего времени общественно необходимые затраты труда, связанные с воспроизводством водных ресурсов, созданием и

эксплуатацией гидротехнических сооружений, оплачивались за счет средств государственного бюджета. Предприятия получали воду, как правило, бесплатно. Плата за воду, отпускаемую промышленным предприятиям, взималась лишь в отдельных случаях — канал имени Москвы, канал Волга-Уводь, канал Иртыш-Караганда и некоторых других.

Для повышения заинтересованности объединений и предприятий в рациональном использовании водных ресурсов с 1 января 1982 г. введены тарифы на воду, забираемую промышленными предприятиями из водохозяйственных систем, утвержденные Госкомцен СССР в соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 12 июля 1979 г. № 695 «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы», в котором предлагается в целях повышения заинтересованности производственных объединений (предприятий) в лучшем использовании производственных фондов и экономии материальных ресурсов:

в) ввести за счет себестоимости продукции плату за воду, забираемую промышленными предприятиями из водохозяйственных систем.

Тарифы дифференцированы по степени водообеспеченности отдельных регионов страны и затрат на воспроизводство водных ресурсов. Ниже приведена выписка из инструкции о порядке исчисления и сроках внесения в бюджет платы за воду, забираемую промышленными предприятиями из водохозяйственных систем (Минфин СССР, № 124 от 15 июня 1981 года) для бассейнов рек Срединного региона. (Тарифы на воду утверждены Госкомцен СССР 14 апреля 1981 года)

1. Бассейн Каспийского моря

	Тариф, коп. на 1 м³
1.2. река Урал	1,18
1.3. реки Большой и Малый Узень	0,79
1.8. реки Эмба, Уил, Сагыз	1,78
1.9. река Атрек	1,08

4. Бассейн Аральского моря

4.1. реки Амударья, Сырдарья (включая каналы, забирающие воду из рек этого бассейна), Теджен, Мургаб, Зеравшан	1,08
4.2. реки Чу, Талас, Асса (включая канал Талас-Асса)	1,37
4.3. реки Тургай, Иргиз, Улькаяк	1,61

5. Бассейн озера Балхаш

5.1. реки Или, Большая Алмаатинка, Аягуз, Каратал, Коксу, Аксу, Лепсы, Тентек, озеро Балхаш	0,98
5.2. реки Кенгир, Клыч, Селеты, Нура (включая канал Нура-Ишим)	1,61

6. Бассейн Карского моря

6.1. река Обь (от истоков до г. Новосибирска) с бассейнами рек Иртыш, Бия, Катунь, Алей, Ишим, Томь	0,98
6.1.1. река Тобол	

	Тариф, коп. на 1 м³
6.1.2. реки Пышма, Тура, Исеть, Миасс	1,13
6.2. реки Ангара, Енисей (до г. Красноярска)	0,30
7. Бассейн озера Байкал	**2,00**
8. Бассейн озера Иссык-Куль	**2,00**
9. Реки и озера Северных и Восточных районов страны, не перечисленные в данном перечне, и для которых до 1 января 1982 г. не установлена плата за воду, забираемую промышленными предприятиями	**0,10**

В этой инструкции в понятие «река» входит весь ее водосборный бассейн, включая расположенные на нем водохранилища, озера и другие поверхностные водные объекты.

Платежи распространяются на государственные предприятия и объединения, включая предприятия теплоэнергетики, промышленные предприятия общественных и кооперативных (кроме колхозов) и межхозяйственных организаций, забирающих воду из водохозяйственных систем, действующих на основе хозяйственного расчета.

Размер тарифа определяется как сумма себестоимости воды в водохозяйственной системе (текущие материальные затраты, амортизационные отчисления, заработная плата по всем объектам, входящим в данную систему) и общегосударственных затрат на изучение, оценку и охрану водных ресурсов.

Плата за забор воды сверх установленного норматива или лимита взимается по штрафному тарифу, увеличенному по сравнению с основным в пять раз.

Платежи за воду промышленных предприятий поступают в доход государственного бюджета. В целях обеспечения контроля со стороны местных органов власти за проведением мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов, половина суммы, начисленной за воду, перечисляется в их бюджет. Остальная половина средств от платы за воду поступает в союзный бюджет.

Введение платы за воду является лишь первоначальным этапом мероприятий по рационализации водопользования.

Плату за воду следует распространять на более широкий круг потребителей и водных источников.

Относительно рассматриваемой проблемы — переброски стока — цена на воду должна рассматриваться в разделе Общей эффективности перераспределения части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана. Проектными организациями себестоимость воды в канале Сибарал оценивается и учитывается дифференцированно по районам и потребителям, а в целом составляет 1,41 ком/м³. В главе 4 даны более подробные характеристики по зонам канала Сибарал.

Рассмотрена возможность вовлечения в экономику страны неосваиваемых в настоящее время (в основном из-за отсутствия воды) угольных месторождений Тургайского бассейна, расположенного в непосредственной близости к Главному каналу переброски. Ежегод-

ная добыча более 40 млн. т условного топлива позволит создать новый энергетический комплекс мощностью 20 млн. кВт. Результаты показали, что включение в состав объектов только топливно-энергетического комплекса даст народному хозяйству дополнительную прибыль около 2 млрд. руб.

С целью ускорения строительства объектов, в расчетах был рассмотрен также вариант, учитывающий возможность использования внешнеэкономических связей в создании рассматриваемого комплекса, в частности, участие стран СЭВ в строительстве объектов комплекса. Учтен импорт оборудования и материалов до 20% сметной стоимости, а также экспорт 85 тыс. т хлопка-волокна для получения валютных средств в размере 15% в год, а также при высоких процентах за кредит. Расчеты показали экономическую эффективность предусматриваемых мероприятий по переброске части стока сибирских рек и рентабельность комплекса в нормативных пределах (табл. 6.21 и 6.22).

В 1983 г. Институт географии Сибири и Дальнего Востока АН СССР сделал по методике ЦЭМИ АН СССР прогнозную экономическую оценку изменения условий ведения сельского хозяйства в 53 хозяйствах шести административных районов Тюменской области — Ханты-Мансийского, Кондинского, Уватского, Тобольского, Вагайского, Ярковского; в оценке учтены земли хозяйств четырех районов Тюменской и Свердловской областей по принятому варианту левобережного канала, частично затрагиваемых проектом переброски. Для этой оценки по приведенной формуле суммарной ренты в расчет принималось прогнозируемое трехпроцентное возрастание ее годового значения для угодий, изымаемых под проектируемые водохранилища и каналы.

В ИВП АН СССР был проведен анализ этой работы и оценка данных, заложенных в ней. Расчеты показывают, что даже при учете в полном объеме сумм по утрате земель в зоне отчуждения, подсчитанных ИГС и ДВ СО АН СССР, (что представляется в части площади отчуждения и экономической оценки весьма спорным), общая эффективность переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана существенно не изменяется и практически не влияет значительно на срок окупаемости. Касаясь этой работы отметим, что рационализация природопользования в районе Обь-Иртышья должна быть рассмотрена с учетом создания новых систем и видов использования природных ресурсов, преодоления противоречий разных отраслей хозяйства к организации природопользования в обь-иртышской пойме и возникающей в связи с проблемой изъятия части стока Оби и Иртыша социально-экономической тенденции перестройки всего хозяйственного комплекса Срединного региона.

Как отмечалось в первой главе, с середины 70-х годов начинается качественно новый этап в исследованиях по проблеме переброски стока сибирских рек, когда осознается необходимость всестороннего комплексного подхода и тщательного изучения экономических, со-

Таблица 6.21

Экономические показатели производства продукции агропромышленного комплекса в зоне Главного канала переброски стока сибирских рек

Наименование продукции	Единица измерения	Годовой объем производства, тыс. ед.из.	Себестоимость, руб.*	Цена, руб.**	Рентабельность, % (отношение прибыли к чистым затратам периода строительства
1	2	3	4	5	6
I. Продукция на территории РСФСР					
Овощи	т	2698	40	234	497
Картофель	т	1186	43	185	229
Корма	т.к.ед.	4617	116	144	7,3
Мясо	т	308	1222	1255	0,1
Молоко	т	2154	187	271	58,4
II. Продукция на территории Казахской ССР					
Овощи	т	606	100	404	553
Картофель	т	307	63	172	188
Бахчи	т	76	111	73	—61
Фрукты	т	37	300	332	18
Корма	т.к.ед.	3830	69	87	8,46
Кукуруза	т	1020	76	84	7,34
Мясо	т	413	952	1434	964
Молоко	т	1213	143	283	292
Яйца	тыс. шт.	505	25	68	108
III. Продукция на территории Средней Азии и Южного Казахстана					
Овощи	т	497	67	342	852
Картофель	т	206	78	196	233
Бахчи	т	514	49	71	79
Фрукты	т	779	193	295	125
Корма	т.к.ед.	20565	90	98	19,9
Кукуруза	т	12650	125	148	10,7
Мясо	т	2192	1400	1494	196
Молоко	т	7506	180	327	544
Яйца	тыс. шт.	8743	35	70	269
Хлопок-сырец тонкий	т	155	670	811	5,6
Хлопок-сырец средний	т	107	600	742	5,6
Хлопок-волокно тонкое	т	50,2	3068	2360**	165,2
Хлопок-волокно среднее	т	34,9	1820	1400**	163,3
Семена	т	158	114	132	28,1
Линит	т	5,6	772	198	29,2
Волокнистые отходы	т	27	509	700	18,5
Шелуха	т	44	1,7	2,3	19,7
Шрот	т	60	17	23	19,2
Соапсток	т	3,3	153	210	48,2

* Себестоимость рассчитана с учетом платы за воду.

** Указаны внешнеторговые цены.

Таблица 6.22

Показатели экономической эффективности объектов переброски 27,2 куб. м. воды из сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана

Наименование объектов	Капиталовложения, млн. руб.	Затраты периода строительства, млн. руб.	Среднегодовая прибыль, млн. руб.	Рентабельность, %	Окупаемость, лет
1	2	3	4	5	6
I. Объекты на территории РСФСР					
Главный канал переброски	4438	8617	591	7	14,3
Оросительная система	2127	3252	351	10,8	9,4
Совхозы овощеводческие	157	—466	656	924	—2,7
Совхозы кормовые	1282	2184	167	7,7	13,5
Совхозы животноводческие	60	503	150	29,8	4,4
Всего	8064	14090	1915	13,6	7,6
II. Объекты на территории Казахской ССР					
Главный канал переброски	7491	14168	918	6,5	14,8
Оросительная система	2570	3561	360	10,1	10
Совхозы овощеводческие	63	—89	203	608	—2,3
Совхозы кормовые	1000	1200	100	8,3	11,9
Совхозы животноводческие	97	—77	367	389,3	—1,4
Всего	11221	18763	1948	10,4	9,6
III. Объекты на территории республик Средней Азии и Южного Казахстана					
Главный канал переброски	1893	4091	223	5,4	17,3
Оросительная система	6913	9851	901	9,1	10,9
Совхозы овощеводческие	281	107	245	230	0,8
Совхозы кормовые	3329	4399	551	12,5	8,1
Совхозы животноводческие	411	—4854	1627	259	—4,1
Совхозы хлопководческие	371	674	37	5,5	15,3
Хлопкозаводы	71	—403	80	166	—4,5
Маслоэкстракционные заводы	38	37	7	18,9	5,7
Всего	13592	13902	3671	26,4	5,75
Итого по всем объектам комплекса	32592	46755	7534	16,12	7,3

циальных и экологических последствий реализации такого крупномасштабного проекта.

Для того, чтобы повысить методологический уровень и глубину исследований социально-экономического аспекта переброски (одного изважнейших во всей проблеме), ГКНТ СССР и Президиум АН СССР в 1982 г. поручили Институту экономики и организации промышленного производства СО АН СССР (А. Г. Аганбегян, Р. И. Шнипер) совместно с академическими подразделениями Казахстана и республик Средней Азии подготовить научные основы программы комплексного развития производительных сил Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов.

Первым этапом этой работы явилась, об этом говорилось в первой главе, подготовка развернутого проспекта будущего доклада, краткое содержание которого приводится ниже.

1. От возникновения проблемы до разработки научных основ программы комплексного развития Срединного региона в связи с межрегиональным перераспределением водных ресурсов.

2. Роль водохозяйственного фактора в развитии производительных сил Срединного региона.

— Водохозяйственные балансы и их экономическая оценка
— Варианты водообеспечения народного хозяйства южной зоны Срединного региона.
— Прогноз влияния переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан на природные условия.

3. Наращивание агропромышленного потенциала Срединного региона в связи с межрегиональным перераспределением водных ресурсов Сибири.

— Ретроспективный анализ и современное состояние аграрного сектора Срединного региона.
— Тенденция и перспективы развития агрокомплекса Срединного региона.
— Влияние проблемы переброски на экономическое развитие агрокомплекса Срединного региона.

4. Промышленное развитие Срединного региона и зоны влияния канала в связи с межрегиональным перераспределением водных ресурсов.

— Предпосылки развития промышленности на территории Срединного региона и зоны влияния канала.
— Тенденции и перспективы развития промышленности Срединного региона и зоны влияния канала переброски.
— Объемные и структурные сдвиги в развитии промышленности зоны влияния канала.
— Развитие отраслей, обеспечивающих наращивание промышленного потенциала Срединного региона.
— Влияние проекта переброски на тенденции развития производства товаров народного потребления.

5. Принципиальные направления решения проблем труда и занятости в Срединном регионе.

— Демографический потенциал Срединного региона, его особенности и перспективы роста.

— Возможности повышения занятости сельского населения Средней Азии в период реализации программы.

— Проблемы трудовых ресурсов в период строительства канала.

— Вопросы расселения и повышения уровня жизни населения.

6. Инвестиционно-строительные условия реализации программы.

— Уровень развития строительного комплекса Срединного региона.

— Пространственный ареал инвестиционно-строительного влияния реализации программы.

— Временные и пространственные характеристики капитальных вложений по программе переброски.

— Обеспечение строительства важнейшими видами строительных материалов, строительными деталями и конструкциями.

— Вопросы организации строительства в зоне влияния канала.

7. Развитие единой транспортной системы в зоне влияния канала переброски.

— Существующее состояние единой транспортной системы в зоне влияния канала переброски.

— Транспортное обеспечение строительства канала переброски.

— Влияние проекта переброски на развитие и функционирование единой транспортной системы региона.

8. Народнохозяйственное значение и экономическая оценка межрегионального перераспределения водных ресурсов Сибири.

— Факторы и ограничения решения проблемы межрегионального перераспределения водных ресурсов Сибири.

— Сдвиги в территориальном размещении производительных сил в связи с перераспределением водных ресурсов Сибири.

— Экономическая оценка проекта переброски.

9. Вопросы управления разработкой и реализацией программы межрегионального перераспределения водных ресурсов Сибири.

— Управление научной и проектной разработкой программы.

— Управление программой на этапе инвестирования.

— Методы экономического анализа в управлении программой.

— Вопросы применения экономических рычагов управления на стадии эксплуатации программных объектов.

С 13 по 16 марта 1984 г. в Москве в ИВП АН СССР состоялось обсуждение предварительного варианта доклада Института экономики и ОПП СО АН СССР «Научные основы программы

комплексного развития производительных сил Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов Сибири».

В Совещании приняли участие: ИВП АН СССР, ИЭиОПП СО АН СССР, Минводхоз СССР, СОПС АН УзССР, СОПС АН КазССР, ИП АН ТуркмССР, Госплан СССР, СОПС при Госплане СССР, СОПС АН ТаджССР, ИА АН КиргССР, СЭИ СО АН СССР, ИГиГ СО АН СССР, ЦЭМИ АН СССР, КЕПС при Президиуме АН СССР, Союзгипроводхоз, Средазгипроводхлопок, САНИИРИ, КазНИИВХ, КазНИИЭ, ТуркменГипроводхоз, ИЭ Госплана ТуркменССР, ЦНИИКИВР; всего участвовало 93 ученых и специалистов.

В вступительном слове председатель Совещания зав. сектором развития водных систем ИВП АН СССР, к.т.н. А. А. Бостанджогло обобщил основные итоги научно-исследовательских работ по проблеме переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана и информировал о результатах рассмотрения ТЭО в Госплане и Совете Министров СССР, а также о выполнении решений предыдущих совещаний.

Совещание заслушало доклад д. э. н., проф. Р. И. Шнипера по научным основам программы комплексного развития производительных сил Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов Сибири, разработанного ИЭиОПП СО АН СССР под руководством академика А. Г. Аганбегяна (доклад содержит около 400 страниц текста).

В обсуждении приняли участие 26 человек из 21 организации.

Совещание отметило, что в целом по содержанию и целевой направленности Доклад намного шире и более конкретно, чем Проспект доклада (1983 г.), дает возможность представить проблемы развития Срединного региона и содержит ряд конструктивных рекомендаций по их решению на принципах программно-целевого подхода. Вместе с тем констатировалось, что многие, особенно принципиальные положения Доклада, вызывают возражения, а отдельные из них противоречат как постановлениям директивных органов по проблеме переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана, так Московского (апрель 1982 г.) и Ташкентского (январь 1983 г.) совещаний.

Наибольшие возражения вызвали следующие положения представленного Доклада:

— отказ от рассмотрения I очереди перераспределения стока как самостоятельного объекта и назначение в качестве расчетного предела объема переброски 80 км^3/год с составлением ТЭО по этому не обоснованному в докладе по объему варианту;

— решение проблем водообеспечения народного хозяйства юга Срединного региона в течение ближайших двух—трех десятилетий без привлечения водных ресурсов Сибири;

— незавершенность методических положений расчетов и анализа экономической эффективности комплексной программы;

— принятая в докладе концепция необходимости полного решения продовольственной проблемы страны и социальных задач Срединного региона за счет переброски части стока сибирских рек;

— ограничение зоны влияния канала переброски, которая фактически распространяется в Средней Азии и Южном Казахстане на все водохозяйственные районы;

— предлагаемые альтернативы развития сельского хозяйства в регионе;

— отрицание целесообразности развития ТПК в Казахстане для освоения уникальных месторождений полезных ископаемых на базе перебрасываемого стока;

— отсутствие анализа и учета развития сельского хозяйства региона в неурожайные годы;

— резкое завышение объема капиталовложений, оцененных в ТЭО специализированными организациями, и занижение прироста валового производства сельскохозяйственной и промышленной продукции и показателей эффективности;

— негативные оценки возможностей рационального использования трудовых ресурсов юга региона и формирования коллективов строителей в его северной части;

— противоречивость ряда положений и выводов доклада;

— недоучет материалов соисполнителей из союзных республик, некорректность использования материалов ТЭО и данных бассейновых схем.

В результате принятия вышеуказанных положений в качестве исходных, цель — разработка научных основ программы экономического и социального развития Срединного региона в связи с территориальным перераспределением части стока сибирских рек — в предварительном Докладе не достигнута.

Совещание приняло решение, которое приводится ниже. Оно подписано всеми участниками, кроме ИЭиОПП СО АН СССР.

1. Отметить большую работу ИЭиОПП СО АН СССР по подготовке предварительного варианта доклада «Научные основы программы коплексного развития производительных сил Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов Сибири».

2. Рекомендовать участникам работы в окончательной редакции «Научных основ программы комплексного развития народного хозяйства Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов Сибири» учесть замечания и предложения, высказанные на настоящем Совещании.

3. Окончательную редакцию Доклада просить подготовить ИЭиОПП СО АН СССР совместно с ИВП АН СССР и соисполнителями СОПС АН УзССР, СОПС АН КазССР, АН ТаджССР, Институтом пустынь АН ТуркмССР, АН КиргССР, КазГУ и в

соответствии с координационным планом ГКНТ СССР представить в АН СССР и Минводхоз СССР в четвертом квартале 1984 г.

4. Организациям—соисполнителям в мае 1984 г. представить в ИЭиОПП СО АН СССР материалы по научным основам программы развития производительных сил республик в связи с территориальным перераспределением части стока сибирских рек.

5. Просить ИВП АН СССР, САНИИРИ, Союзгипроводхоз, Средазгипроводхлопок подготовить и передать в ИЭиОПП СО АН СССР раздел «Развитие водного хозяйства Срединного региона в связи с переброской части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Среднюю Азию и Казахстан».

6. Считать целесообразным ИЭиОПП СО АН СССР предварительно до завершения «Научных основ программы комплексного развития народного хозяйства Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов» рассмотреть на специальном совещании с привлечением соисполнителей и заинтересованных организаций Методические положения по обоснованию экономической эффективности мероприятий, рассматриваемых в Докладе.

7. При разработке «Научных основ программы комплексного развития народного хозяйства Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов» необходимо исходить из того, что первая очередь переброски части стока сибирских рек в объеме 27,2 км³/год в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана является самостоятельной важнейшей народнохозяйственной проблемой. В соответствии с этим просить ИЭиОПП СО АН СССР и организации соисполнителей предусмотреть в своих исследованиях разработку комплекса мероприятий по подготовке народного хозяйства и территории этих районов к скорейшему осуществлению проекта переброски.

Осуществление второй и последующих очередей переброски части стока сибирских рек считать целесообразным рассматривать в увязке с общими проблемами долгосрочного развития производительных сил региона.

В июле 1984 г. Сибирское Отделение АН СССР (академик В. А. Коптюг) направило в ряд министерств, ведомств и институтов доклад «Научные основы программы комплексного развития производительных сил Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов Сибири», подготовленный ИЭиОПП СО АН СССР (А. Г. Аганбегян, Р. И. Шнипер) и одобренный Президиумом Сибирского Отделения АН СССР.

Доклад написан на 579 страницах машинописного текста, состоит из введения, восьми глав и приложений. При подготовке этого доклада, как указано во введении, были использованы генеральная схема развития сельского хозяйства СССР до 2000 г., подготовленная ВАСХНИЛом, генсхемы развития отраслей народного хозяйства, материалы Союзгипроводхоза по технико-экономическому обоснованию проекта переброски, материалы государственных экспертиз на ТЭО проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Республики Средней Азии и юг Казахстана являются зоной огромных возможностей для дополнительного получения продовольствия. Экономическое и социальное развитие Среднеазиатского экономического района всегда базировалось на использовании водных ресурсов в качестве важнейшего фактора производительных сил. Здесь сложилась высокая культура орошаемого земледелия на основе эффективного внедрения достижений научно-технического прогресса. Благоприятные природно-климатические условия обеспечивают получение в Среднеазиатском регионе до двух урожаев в год продовольственных и кормовых культур, 6—7 укосов люцерны, устойчивые высокие урожаи хлопчатника и других культур при высоком их качестве. На орошаемых землях среднеазиатских республик и юга Казахстана производится основная часть хлопка-сырца страны, 40% риса, 35% фруктов, винограда, овощей и бахчевых культур. Урожайность хлопчатника достигла 31,7 ц/га:, на протяжении ряда лет Узбекистан получает с каждого гектара 70 центнеров зерна кукурузы, 46 центнеров риса. Вполне реально повышение урожайности кукурузы до 100 ц/га за счет орошения, улучшения семенного материала и применения более совершенной агротехники, более глубокой специализации и повышения материальной заинтересованности.

Характерной особенностью региона являются высокие темпы прироста населения. Так, из общего прогнозируемого прироста населения в стране к 2000 году на 44 млн. человек, 20 млн. человек приходится на Среднюю Азию и юг Казахстана. Численность населения этого региона достигает 50 млн. человек и значительная часть его может быть высокоэффективно занята в сельскохозяйственном производстве.

На начало 1979 г. общая площадь на душу населения Средней Азии составила 0,27 га, в том числе орошаемой — 0,20 га. Половина общих площадей занята хлопчатником. При намеченных темпах ввода новых орошаемых земель и в условиях роста населения площадь пашни на душу населения к 2000 году уменьшится до 0,13 га, что еще более осложнит решение продовольственной проблемы не только в рассматриваемом регионе, но и в целом в стране. В насто-

Водные ресурсы бассейна Аральского моря

км³/год

Река	Среднемноголетний срок	Обеспеченностью 75%	Обеспеченностью 90%	Гарант. зарегулиров. на уровне 1990 года	Потери и обяз. затраты	Возможн. к использованию в народ. хозяйстве
Сырдарья	37,2	31,2	26,8	33,2	4,0	29,2
Амударья	79,5	68,5	60,0	65,9	8,4	57,5
Бессточные реки	5,8	5,2	4,8	5,1	—	5,1
Итого:	122,5	104,9	91,6	104,2	12,4	91,8*

* При заборе Афганистаном до 2000 г. из бассейнов рр. Амударьи, Мургаба, Теджена до 1,5 км³/год. Ориентировочный прогноз указывает на возможность увеличения этого забора до 4,5 км³/год, что уменьшит на 3,0 км³/год водозабор для нужд народного хозяйства СССР.

ящее время, несмотря на благоприятные природно-климатические условия, производство продуктов питания на душу населения Средней Азии существенно ниже медицинских норм: мяса — 26% от нормы, молока — 42%, яиц — 58%, фруктов и винограда — 53%.

«Продовольственная программа СССР на период до 1990 года» предусматривает ввод новых орошаемых земель в республиках Средней Азии и областях южного Казахстана на площади 1,5 млн. га, по 750—760 тыс. га за каждую из двух последующих пятилеток, что примерно соответствует достигнутым темпам ввода новых площадей орошения. Регион располагает огромным земельным фондом пригодных к орошению земель, составляющим только в бассейне Аральского моря 58 млн. га, из которых в настоящее время в орошаемом земледелии используется всего около 7 млн. га. Учитывая благоприятные природно-климатические факторы и широкие возможности для дальнейшего расширения площадей орошения, здесь можно получать крупные и устойчивые приросты производства зерна кукурузы, сои, кормовых и других продовольственных культур. Средняя Азия может уже в конце текущего столетия стать производителем продовольственной продукции для обеспечения не только собственных нужд, но и для других районов страны, и прежде всего, Сибири. В перспективе реально создание в Средней Азии крупнейшего района зернового хозяйства с производством 25—30 млн. т зерна ежегодно, что станет основой зерновой независимости СССР от внешнего рынка.

Между тем, уже сейчас в этом районе ощущается большое напряжение с обеспечением растущих потребностей в водных ресурсах, так как две основные водные артерии региона — Сырдарья и Амударья находятся на грани исчерпания. В последние годы в бассейне Амударьи объем безвозвратного водопотребления достиг величины стока маловодного года — 55 км³, а в бассейне Сырдарьи

величины среднемноголетнего стока — 37 км³. Поступление речного стока в Аральское море по р. Сырдарье практически прекратилось, а по Амударье, по прогнозной оценке, сток в море прекратится к 1990—1995 гг. В низовьях рек постоянно увеличивается минерализация воды, что приводит к выпадению из сельскохозяйственного оборота земель и деградации природных комплексов дельт рек. Особенно тяжелое положение имеет место в низовьях Сырдарьи, Кзыл-Ординской области и в Каракалпакии на Амударье. Оно может еще более усугубиться при отборе части стока Амударьи для развития орошения земель в Афганистане.

В последнее десятилетие наблюдалось несколько маловодных лет. В такие годы ценой больших усилий и дополнительных, не предусмотренных планами, затрат удавалось сохранять только посевы хлопчатника, а урожаям остальных культур наносился серьезный ущерб. Так, в 1982 году из общей потребности в воде на орошение земель в Узбекской ССР в размере 67 км³ удалось обеспечить подачу хозяйствам только 55 км³, хотя при этом были сработаны почти все запасы воды в существующих водохранилищах. В результате сельское хозяйство республики недополучило большое количество ценной продукции, в том числе около 220 тыс. т. зерна риса. Общий ущерб от маловодья достигает 600 млн. руб.

Прогнозные водохозяйственные расчеты и балансы показывают, что собственные водные ресурсы Сырдарьи, Амударьи и бессточных рек (Чу, Талас и др.) бассейна Аральского моря смогут обеспечить орошение 8,3 млн. га земель при условии осуществления крупных мероприятий по рациональному использованию оросительных систем и дальнейшему совершенствованию техники полива.

Оросительная способность рек в бассейне Аральского моря, млн. га

Реки	Оросительная способность рек	Фактически орошалось на 1.1. 80 г.	Теоретический резерв оросительной способности
Сырдарья	3,1	2,9	0,2
Амударья	4,5	3,2	1,3
Бессточные реки	0,7	0,7	—
Итого:	8,3	6,8	1,5

Исходя из необходимости дальнейшего развития экономики Среднеазиатских республик проводится целенаправленная работа по улучшению использования местных водных ресурсов. Так, за годы десятой пятилетки построены водохранилища общей емкостью 23 км³, повышена водообеспеченность земель существующего орошения на площади около 1 млн. гектаров, реконструирована старая оросительная сеть на площади более 600 тыс. гектаров. За счет проведения комплекса мероприятий по экономному использованию

имеющихся в регионе поверхностных и подземных вод располагаемые водные ресурсы в Средней Азии могут быть увеличены против современного уровня примерно на 10 км³, для чего потребуются дополнительные капиталовложения в сумме около 9 млрд. руб.

Анализ перспектив водообеспеченности отраслей народного хозяйства и имеющихся возможностей рационального использования собственных водных ресурсов при их строжайшей экономии показал, что дальнейшее развитие сельского хозяйства, промышленного и коммунального водоснабжения в этом регионе уже после 1995—2000 годов будет невозможно без привлечения дополнительных водных ресурсов. Единственным кардинальным решением проблемы может явиться переброска в Среднюю Азию части стока сибирских рек.

Значительные трудности сложились с водообеспечением промышленности и коммунально-бытовых потребностей в Свердловской и Челябинской областях. Местные водные ресурсы Челябинской области практически уже исчерпаны, а в Свердловской области исчерпание их наступит к концу текущего столетия. Остро ограничены водные ресурсы для развития орошаемого земледелия в Оренбургской, Актюбинской, Кустанайской, Тургайской областях. К 1990—1995 гг. также прогнозируется их полное исчерпание, а в дальнейшем возникнут трудности водообеспечения и всех других потребителей, в т. ч. для питьевого водоснабжения. И, как отмечалось выше, совершенно отсутствуют водные ресурсы для развития промышленности в Кустанайской и Тургайской областях Казахстана.

Таким образом, кардинальное решение водных проблем областей Южного и Среднего Урала и Западного Казахстана также связано с подачей сюда сибирской воды.

Огромное народнохозяйственное значение имеет строительство канала и для Тюменской и Курганской областей РСФСР. Для успешного освоения земель в этих областях необходим комплекс мелиоративных мероприятий, и прежде всего, по осушению огромных территорий с отводом избыточных вод из замкнутых понижений и озер в речную сеть. Мелиоративные работы одновременно являются основой развития транспортных связей и освоения территорий в этом регионе, ликвидируют сезонность в строительстве и освоении природных богатств этого края. Наконец, в южных районах Курганской области подача сибирской воды решает также задачи развития орошаемого земледелия.

В соответствии с решениями XXV и XXVI съездов КПСС и постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 24 июля 1970 г. № 612, от 21 декабря 1978 г. № 1048 проектными организациями Минводхоза СССР разработано технико-экономическое обоснование переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана.

Научно-исследовательскими организациями Академии наук СССР, Государственного комитета СССР по гидрометеорологии, Минводхоза СССР и других министерств и ведомств по плану Гос-

комитета СССР по науке и технике проведены соответствующие исследования, позволившие обосновать необходимые объемы и сроки переброски стока и прогнозировать влияние намечаемых мероприятий на природную среду и экономику региона.

Проектные материалы и результаты научных исследований были рассмотрены Государственной экспертной комиссией Госплана СССР, по рекомендациям Госэкспертизы сделаны ряд уточнений и доработка проектных решений. На заседании Госплана СССР 18 февраля 1983 г. и Коллегии Госплана СССР 7 июня 1983 г. было одобрено заключение Госэкспертизы по ТЭО и рекомендовано Минводхозу СССР приступить к проектированию Главного канала переброски на объем 27,2 км^3 воды ежегодно.

В решении Госэкспертизы отмечается большое народнохозяйственное значение переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана. Реализация предполагаемых решений позволит создать здесь крупный район производства кормового зерна и другой сельскохозяйственной продукции для покрытия местных и общесоюзных потребностей, решит задачу водообеспечения ряда промышленных комплексов страны и создаст условия для развития горнодобывающей промышленности и формирования новой энергетической базы в районах Тургая. При этом установлено, что для решения аналогичных задач отсутствуют альтернативные подходы, а неизбежное до конца текущего столетия исчерпание местных водных ресурсов в районах Средней Азии, Казахстана и Южного Урала делает решение задачи неотложным.

В разработке ТЭО и исследованиях по проблеме приняли участие свыше 150 проектных и научно-исследовательских институтов, в том числе 23 института АН СССР. Были проработаны различные технические варианты подачи воды, изучены альтернативные решения проблемы водообеспечения и производства сельскохозяйственной продукции, исследовано возможное влияние намечаемых водохозяйственных мероприятий на природную среду и климат и сделан их прогноз на отдаленную перспективу, оценена санитарно-эпидемиологическая обстановка в зоне влияния канала, разработаны и обоснованы рекомендации по предотвращению возможных отрицательных последствий, сделана социально-экономическая оценка комплекса работ по водообеспечению и развитию производительных сил региона в связи с намечаемыми водохозяйственными мероприятиями.

В связи с исключительной сложностью проблемы экспертиза ТЭО продолжалась около двух лет. За это время были внимательно изучены все предложения и замечания по ТЭО, сделанные Советами Министров РСФСР, республик Средней Азии и Казахстана, отдельными учеными и специалистами. В частности, был рассмотрен вариант обеспечения приростов водопотребления в маловодных районах Средней Азии и Казахстана для орошения и бытовых нужд за счет опреснения подземных и других источников минерализованных вод, для чего институтом «Союзгипроводхоз» было раз-

работано соответствующее ТЭО. В результате его рассмотрения Госэкспертизой Госплана СССР было установлено, что в условиях отсутствия в отечественной и мировой практике крупных промышленных установок по обессоливанию воды (10 м³/сек и выше), способных решить поставленную задачу, методы опреснения являются весьма энергоемкими и дорогостоящими (2,0—2,5 кВт. час и 20—30 коп. приведенных затрат на 1 м³ воды) и не могут явиться альтернативой переброске.

Тщательное изучение возможности значительного увеличения отбора пресных подземных вод для орошения земель, также выдвигавшееся некоторыми организациями в качестве альтернативы переброске, показало, что в действительности запасы подземных вод существенно меньше, а их отбор неизбежно приведет к значительному сокращению поверхностного стока.

В процессе экспертизы был рассмотрен вариант переброски стока по железобетонным трубам большого диаметра (6,5—10 м) и был признан неэффективным как по капитальным вложениям (40 млрд. руб.), так и особенно по потреблению электроэнергии (300—350 млрд. кВт. ч. в год).

Госэкспертиза внимательно рассмотрела замечания по ТЭО, высказанные Советом Министров РСФСР. В результате проведения специальных проектных проработок была установлена возможность подачи воды в регионы Российской Федерации, примыкающие к Главному каналу в объеме 4,9 км³/год, вместо 2,2 установленных ранее в ТЭО.

Одновременно Госэкспертиза рассмотрела просьбы Советов Министров Казахстана, Туркмении, Таджикистана и Киргизии об увеличении объемов подачи в эти республики сибирской воды, и соответственно, увеличения размеров площадей орошения. Эти вопросы будут дополнительно изучены Минводхозом СССР на стадии разработки отраслевой схемы.

Госэкспертиза рассмотрела и другие особые мнения и замечания, возникшие в процессе работы. Многие замечания были учтены и нашли отражение в постановлении Госэкспертизы, в том числе Минводхозу СССР поручено:

— разработать очередность ввода отдельных участков Главного канала переброски с тем, чтобы обеспечить подачу воды для части потребителей до завершения строительства в целом;

—доработать схему комплексного использования и охраны водных ресурсов Обь-Иртышского бассейна, отраслевых схем по бассейну Аральского моря с учетом рационального и экономического использования местных водных ресурсов;

—совместно с Минречфлотом РСФСР разработать предложения об организации судоходства по Главному каналу;

— подготовить с участием Минфина СССР, Минсельхоза СССР, Госкомцен СССР положения о мероприятиях по введению платного водопользования;

— завершить до 2000 года реконструкцию существующих ороси-

тельных систем и обеспечить высокие показатели использования водных ресурсов в орошаемом земледелии.

Проведенными научно-исследовательскими и проектно-изыскательскими работами и их Государственной экспертизой установлено:

— до 2000 года будут полностью исчерпаны местные водные ресурсы районов Средней Азии и Южного Казахстана и дальнейшее развитие орошения в этом регионе будет невозможно;

— переброска части стока рек Оби и Иртыша в объеме 27,2 км³/год не окажет влияния на климатические процессы и не вызовет существенных нарушений природных условий.

Принимая рекомендации о целесообразности ускорения проведения проектно-изыскательских работ по Главному каналу переброски, Госэкспертиза учла, что только в процессе разработки проекта Главного канала можно будет окончательно уточнить отдельные технические параметры, этапы и сроки строительства. Это позволит обеспечить рациональное, текущее и долгосрочное народнохозяйственное планирование всего комплекса объектов, связанных с использованием воды.

Госплан СССР поручил Минводхозу СССР приступить в 1983 г. к проектированию Главного канала переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Среднюю Азию и Казахстан с тем, чтобы завершить эти работы в 1986 г.

Главный канал переброски (или Сибаральский) канал объединит бассейн одной из крупнейших сибирских рек Оби с бассейном Аральского моря. Источником для изъятия речного стока явится среднее течение Оби и низовий Иртыша. Место водозабора в канал выбрано таким образом, чтобы исключить влияние отбора воды на водохозяйственный баланс Обь-Иртышского бассейна в зоне существующего и перспективного развития водопотребления. Экспертизой определен объем отбора — 27,2 км³ речного стока, который не причинит какого-либо ущерба потребителям верхнего и среднего течения бассейна.

В ТЭО дана оценка возможного влияния роста водопотребления в верховьях Оби и Иртыша на водозабор в Главный канал переброски. Установлено, что даже при развитии орошаемого земледелия в пределах всех имеющихся пригодных земель и максимально возможном росте потребностей других отраслей народного хозяйства в отдаленной перспективе, в районе с. Белогорье будут иметься достаточные водные ресурсы для забора в Главный канал переброски в предлагаемых объемах. Это обусловлено как полноводностью бассейна, так и особенностями водопользования в его пределах. Среднемноголетний сток реки в створе водозабора составляет 330 км³. Из этого объема на участке притока в северной части бассейна, где практически отсутствуют водопотребители (Обь — ниже г. Новосибирска, Иртыш — ниже г. Тобольска), формируется 210 км³ воды в год. Этот сток удовлетворяет сейчас рыбное хозяйство и водный транспорт. Объем 27,2 км³ воды составит 7—8% от

стока в створе с. Белогорье, несколько ухудшит условия судоходства на небольшом участке нижнего течения р. Оби.

Учитывая перспективы развития водопотребления в Обь-Иртышском бассейне в перспективном водном балансе резервирован значительный сток для развития промышленно-коммунального водоснабжения и орошения. Основной потребитель здесь — орошение: площадь орошаемых земель составляет 930 тыс. га (1980 г.). Дальнейшее развитие орошения по максимальному варианту принято следующим: в 1990 г.— 3120 тыс. га, в 2000 г.— 6380 тыс. га, в 2020 г.— 10 330 тыс. га. Площадь в 10 млн. га соответствует практически всему фонду земель в Обь-Иртышском бассейне, потенциально пригодному к орошению. Для обеспечения всех потребителей в воде резервированы следующие объемы воды: для 2000 г.— 28,4 км^3 и для 2020 г.— 47,8 км^3/год (из располагаемых водных ресурсов р. Оби в створе водозабора 330 км^3).

Наряду с безвозвратным водопотреблением на нужды народного хозяйства в расчетах учитывались различного рода потери и возможное увеличение забора воды из Черного Иртыша на территории КНР, а также обязательные расходы воды на навигационные и санитарные попуски. Водохозяйственные расчеты и балансы подтвердили достаточность водных ресурсов Обь-Иртышского бассейна как для собственного водообеспечения на всю обозримую перспективу, так и для переброски части их на юг.

Принципиальное значение для эффективного использования перебрасываемых вод имеет их распределение по зонам использования. Расчетами установлено, что из 27,2 км^3, забираемых в голове канала, потери на фильтрацию составят около 10% и в точках выдела может быть распределено 24,6 км^3 при следующем распределении воды по республикам и районам:

Республики и регионы	Выделяемый объем водопотребления, куб. км		
	Всего	в том числе	
		для орошения	для промышленности
РСФСР, области по трассе канала	4,9	3,2	1,7
Северный Казахстан	3,4	2,8	0,6
Южный Казахстан и Средняя Азия	16,3	16,3	—
Всего:	24,6	22,3	2,3

Трасса Главного канала берет свое начало от р. Обь в районе Белогорье, проходит сначала по левому берегу Иртыша, а затем по правому берегу р. Тобол, далее преодолевает водораздел по Тургайской седловине; выходит к р. Сырдарье в районе Джусалы, пе-

ресекает междуречье Сырдарьи и Амударьи и на 2550 км подключается к р. Амударье. При объеме переброски 27,2 км³ пропускная способность канала в голове составит 1150 м³/с. Вода на водораздел поднимается семью насосными станциями на общую высоту 110 метров. На трассе канала предусмотрено устройство системы сооружений, основными из которых являются: Тобольский гидроузел на р. Иртыше, насосные станции, перегораживающие сооружения, сбросы из канала, сооружения на пересечениях канала с водотоком, водовыпуски в магистральные каналы, мостовые переходы. В Северном Приаралье устраивается Тегизское или Корайсорское водохранилище, предназначенное для перерегулирования равномерной подачи воды по начальной части канала в пиковый график ирригационного водопотребления на конечном его участке.

В процессе проектирования Главного канала Сибарал прорабатываются варианты трассы его на различных участках, в частности, ведется трассировка канала от Тургая по более высоким отметкам с выходом к Кзылординскому гидроузлу на реке Сырдарье и устройством наливного Карасойского водохранилища в предгорьях Каратау на восток от трассы.

Строительство Главного канала Сибарал намечено осуществлять поэтапно пусковыми комплексами, с подачей воды потребителям по мере завершения отдельных участков канала.

При строительстве Главного канала Сибарал потребуется выполнить около 6 млрд. м³ земляных работ, 15 млн. м³ бетонных и железобетонных работ, что, примерно, равно годовому объему работ, выполняемому строительными организациями Минводхоза СССР. Выполнение строительных работ по каналу в течение 10—12 лет потребует увеличения ежегодных объемов работ Минводхозу СССР на 8—10%, или соответствующее уменьшение объемов работ, выполняемых министерством, по другим объектам.

В объемах строительных работ основная доля приходится на земляные в мягких грунтах. В связи с этим и учитывая большой опыт сооружения крупных каналов в СССР, строительство Главного канала переброски может быть выполнено с применением методов гидромеханизации, взрыва и серийно выпускаемой отечественной промышленностью землеройной и другой техники в проектируемый двенадцатилетний срок и является задачей, реально выполнимой для организаций Минводхоза СССР. При этом следует учитывать внесенные республиками Средней Азии и Казахстана предложения о выполнении основных работ специализированными водохозяйственными организациями этих республик, имеющими стабильные коллективы, большой опыт сооружения каналов, технику и трудовые ресурсы, а также использование мощной базы стройиндустрии Минводхоза СССР.

Русло Главного канала Сибарал запроектировано земляным без противофильтрационного покрытия и крепления. По гидрогеологическим условиям фильтрационные потери в канале не превысят 10% на конец срока освоения.

Одной из важных сторон проблемы при решении переброски стока воды из Обь-Иртышского бассейна является изменение природной среды. Многолетние исследования институтов Академии наук СССР, Госкомгидромета СССР, министерств и ведомств, которым было поручено решение данного вопроса, показывают, что при намечаемых объемах переброски стока глобальных изменений не произойдет. Но независимо от этого, исследования в части возможных экологических изменений рассматриваемого региона должны быть продолжены в целях уточнения и конкретизации предложений по устранению локальных отрицательных последствий и изменений в окружающей среде.

В процессе исследований был также разработан прогноз возможного изменения минерализации воды по длине канала Сибарал, который показал, что при исходной минерализации воды в Оби в районе водозабора 0,25 г/л на подходе к Сырдарье и Амударье она повысится до 0,5 г/л. Подача в низовья названных рек сибирского стока с такой малой минерализацией позволит существенно улучшить качество сильно минерализованного остаточного стока этих рек и оздоровит неблагоприятную санитарно-эпидемиологическую обстановку в этих районах, особенно в низовьях Сырдарьи на территории Казахстана.

За счет перебрасываемой воды появится возможность дополнительного орошения 4,5 млн. га земель, в том числе в районах РСФСР 1,5 млн. га, Средней Азии и Казахстане — 3,0 млн. га. Орошаемые земли проектируется использовать главным образом под посевы зерновых и кормовых, а также овощных культур. Это позволит полностью покрыть внутрирегиональную потребность в основных продуктах питания, значительно увеличить производство животноводческой продукции (мясо, молоко) не только для региона, но и для общесоюзного продовольственного фонда.

Выход продукции сельского хозяйства в зоне канала переброски определен следующим объемом продукции, млн. т:

растениеводства	
— зерно	— 17,1
— в т. ч. кукуруза	— 13,1
— корма без зерна (к. ед.)	— 23,4
— то же, с учетом зерна (к. ед.)	— 45,1
— овощи, бахча, картофель	
животноводства	
— мясо	— 2,9
— молоко	— 10,9
— яйцо, млрд. шт.	— 9,2

Переброска стока решает важнейшие вопросы сельскохозяйственного развития страны и экономически эффективна, т. к. повышает водообеспеченность маловодных, но благоприятных по природно-климатическим условиям и трудообеспеченности районов, где развитие орошаемого земледелия позволит значительно уменьшить зависимость сельскохозяйственного производства от погодных усло-

вий, а также повысить надежность производства как в растениеводстве, так и в животноводстве.

Наряду с обеспечением дальнейшего развития орошаемого земледелия в Средней Азии переброска стока позволит значительно улучшить водообеспечение крупных промышленных комплексов в Тюменской, Курганской, Челябинской и Оренбургской областях РСФСР, а также в Кустанайской, Кокчетавской, Тургайской, Джезказганской и Кзыл-Ордынской областях Казахской ССР.

Проходя через зону размещения богатейших месторождений полезных ископаемых, Главный канал Сибарал обеспечит устойчивое водоснабжение новых производств электроэнергии, железа, стали, алюминия, титана, меди, фосфора со всей необходимой для городов этих областей инфраструктурой. Подача воды в эти районы будет стимулировать не намечавшееся ранее (из-за отсутствия воды) освоение месторождений полезных ископаемых и развитие добывающей и связанных с ней отраслей промышленности в зоне влияния канала. Так, в Казахской ССР будут созданы благоприятные условия для ввода в промышленную эксплуатацию неосваиваемых до настоящего времени месторождений с большими запасами железной руды, химического сырья, угля, нефти и др. Водообеспечение будет иметь решающее значение для использования богатейшей сырьевой базы Тургая. Только разведанные запасы Убаганского буроугольного бассейна позволят организовать крупнейшую энергетическую базу мощностью 20 млн. кВт. По имеющимся расчетам, формирование и развитие в хозяйственной зоне канала переброски территориально-производственных комплексов позволит добывать ежегодно бурого угля — 90 млн. т, вырабатывать электроэнергии — 128 млрд. кВт. ч., добывать железной руды — 46 млн. т, производить чугуна — 3,5 млн. т, стали — 5 млн. т, минеральных удобрений — 7 млн. т. Огромные запасы и разнообразие полезных ископаемых в сочетании с чрезвычайно выгодным экономико-географическим положением (на западе — индустриальный Урал, на востоке — промышленно развитые районы Центрального Казахстана) позволяют выделить эту территорию в особый, государственной важности промышленно-экономический район.

В Средней Азии переброска стока позволит значительно ускорить освоение перспективных месторождений газа и химического сырья, полиметаллов и цементного сырья, что послужит основой для развития здесь промышленности строительных материалов и стройиндустрии.

Сравнение вариантов подачи сибирской воды и из других источников в районы Среднего и Южного Урала и Курганскую область показало преимущества первого из них. Так, в 1980 г. институтом «Союзгипроводхоз» было составлено ТЭО водоснабжения Свердловской, Челябинской, Курганской и Оренбургской областей из рек Туры и Тавды. Стоимость подачи 4,1 км³ воды в год была определена в 5,8 млрд. руб., в т. ч. очистка воды и защита водоисточников от загрязнения 2,8 млрд. руб. Таким образом, 1 км³ воды, подавае-

мой из Туры и Тавды, оценивался в 1,44 млрд. руб., что в 2,8 раза дороже переброски части стока сибирских рек. Для водоснабжения промышленности и коммунального хозяйства г. Кургана в настоящее время разрабатывается проект Кочердыкского водохранилища на р. Тобол, с полезной отдачей всего 0,12 км³ воды в год при стоимости водохранилища более 300 млн. руб., т. е. в 5 раз дороже переброски части стока сибирских рек.

Стоимость строительства канала при переброске 27,2 км³ оценена в 13,8 млрд. руб. или 0,51 млрд. руб. на 1 км³ воды. Объекты производственного назначения составляют 85% сметной стоимости, жилищное строительство — 8,5% и объекты строительной индустрии — 6,5%. Хозяйственное использование водных ресурсов канала для орошения земель связано с созданием совхозов и животноводческих хозяйств на новых поливных землях. Капитальные вложения на водохозяйственное и сельскохозяйственное строительство и освоение земель оценивается по действующим нормативам в 18,8 млрд. руб.

Определение экономической эффективности в мелиорацию и агропромышленный комплекс выполнено в соответствии с действующими методическими рекомендациями Госплана СССР, Госстроя СССР, АН СССР. В процессе государственной экспертизы осуществлены дополнительные расчеты экономической эффективности, по методике Госплана с помощью автоматизированной системы Госплана СССР на ЭВМ Научно-исследовательского экономического института при Госплане СССР. Результаты расчетов показывают, что при общих капиталовложениях в объекты мелиорации и агропромышленного комплекса 32,6 млрд. руб. среднегодовая прибыль в период эксплуатации и рентабельность комплекса в целом оказываются несколько выше нормативного уровня. Эти результаты получены при оценке сельхозпродукции по закупочным ценам. Учет этой продукции по ценам внешнего рынка увеличивает чистый доход на 2,2 млрд. руб., а рентабельность комплекса в целом на 20%. По отдельным районам зоны переброски экономические показатели будут следующими:

млрд. руб.

Показатели	РСФСР (Урал и Западная Сибирь)	Казахская ССР	Республики Средней Азии	Итого
Капитальные вложения	8,1	11,2	13,3	32,6
Затраты периода строительства (1986—1999 гг.) с учетом потерь из-за отвлечения средств и доходов частичной эксплуатации	14,1	18,8	13,9	46,8
Среднегодовая прибыль после завершения строительства	1,9	1,9	3,7	7,5
Среднегодовая рентабельность, %	13,6	10,38	26,4	16,1

В приведенных расчетах введена цена на воду, что позволило перераспределить доходы сельского хозяйства южных районов в пользу районов, добывающих и транспортирующих водных ресурсы, и обеспечить окупаемость их капвложений и рентабельность производственной деятельности объектов РСФСР и Казахской ССР.

Рассмотрена возможность вовлечения в экономику страны неосваиваемых в настоящее время (в основном, из-за отсутствия воды) угольных месторождений Тургайского бассейна, расположенного в непосредственной близости к Главному каналу переброски. Ежегодная добыча более 40 млн. т условного топлива позволит создать новый энергетический комплекс мощностью 20 млн. кВт. Результаты показали, что включение в состав объектов только топливно-энергетического комплекса даст народному хозяйству дополнительную прибыль около 2 млрд. руб.

С целью ускорения строительства объектов в расчетах был рассмотрен также вариант, учитывающий возможность использования внешнеэкономических связей в создании рассматриваемого комплекса, в частности, участие стран СЭВ в строительстве объектов комплекса. Учтен импорт оборудования и материалов до 20% сметной стоимости, а также экспорт 85 тыс. т хлопка-волокна для получения валютных средств и компенсации указанного импорта. Расчеты сделаны по методике Госплана СССР при высоких нормах дисконтирования для учета замораживания средств в размере 15% в год, а также при высоких процентах за кредит. Расчеты показали экономическую эффективность предусматриваемых мероприятий по переброске части стока сибирских рек и рентабельность комплекса в нормативных пределах.

Осуществление крупной государственной задачи переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана явится исключительно большим вкладом в развитие производительных сил и увеличение продовольственных ресурсов страны на длительную перспективу.

ТЭО переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана и научных исследований по проблеме рассматривались в Минводхозе СССР, Академии наук СССР, Госкомгидромете СССР; Правительствами РСФСР, Узбекистана, Казахстана, Туркмении и Киргизии; в Государственной экспертной Комиссии Госплана СССР, в Госплане СССР и на Коллегии Госплана СССР, в Президиуме Совета Министров СССР 31 января 1984 г. При рассмотрении у Председателя Совета Министров СССР тов. Н. А. Тихонова вопроса о переброске части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана было поручено Госплану СССР и другим министерствам, ведомствам и заинтересованным союзным республикам уточнить ряд высказанных замечаний на этом совещании по данной проблеме. Эти замечания требовали дополнительного уточнения следующих вопросов: затрат на строительство Главного канала переброски и всего комплекса; возможности от-

бора воды в канал из р. Оби в створе Белогорья и увеличения отбора ее до 60 км³/год; фильтрационных потерь по каналу и качеству вод; обеспечения насосно-силовым оборудованием; использования местных водных ресурсов и альтернатив получения сельскохозяйственной продукции.

Для рассмотрения материалов по указанным вопросам были организованы 7 экспертных групп, основные результаты работы которых приводятся ниже.

При рассмотрении вопроса по обоснованию объемов отбора воды в створе Белогорье из р. Оби и из р. Иртыша в районе г. Тобольска на первом этапе строительства Главного канала переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана установлено, что забор 27,2 км³ воды в Главный канал переброски из реки Оби возможен. При этом до завершения головного участка Главного канала возможен временный забор воды из р. Иртыш в объеме до 9 км³, что позволит ускорить освоение водных ресурсов. Вместе с тем установлено, что такой отбор стока не ущемляет интересы водообеспечения народного хозяйства Обь-Иртышского бассейна (в верхнем и среднем течении) на перспективу до 2020 года. В связи с этим при дальнейшем проектировании необходимо обратить особое внимание на технико-экономическое обоснование первого пускового комплекса.

Подтверждена техническая возможность увеличения объема переброски воды в отдаленной перспективе (за 2020—2030 гг. до 60 км³/год) за счет регулирования стока самой Оби и ее притоков, путем строительства комплексных регулирующих гидроузлов, а также пополнения стока р. Оби переброской из р. Енисей. Для дальнейшего изучения рекомендован комплексный вариант переброски части стока р. Енисей в р. Обь и строительство сооружений в верховьях реки Оби и на ее притоках с гидроэнергетическими узлами и водохранилищами комплексного назначения.

При уточнении фильтрационных потерь из Главного канала переброски и минерализации в нем установлено, что размеры фильтрационных потерь из канала и минерализация воды соответствуют значениям, определенным в ТЭО. В первые годы эксплуатации канала фильтрационные потери могут достигать 7-8% и снизятся через двадцать лет до 5-6% от расхода в голове канала. Прогнозная оценка качества воды в конце канала, после двух-трех лет его эксплуатации, указывает, что минерализация воды не превысит 0,6 г/л, то есть сохранится удовлетворительное качество воды.

Оценена возможность обеспечения объекта насосно-силовым оборудованием. Установлено, что для удовлетворения представленной Минводхозом СССР заявки в насосно-силовом оборудовании необходимо создание дополнительных производственных мощностей машиностроения и развития научной базы для разработки и освоения производства ряда крупных насосных агрегатов, в том числе уникальных, единичной производительностью до 200 м³/с и

напором до 10 м, мощностью до 63 тыс. кВт и максимальным весом до 900 т, а также другого энергетического оборудования.

Потребность в типовых крупных и уникальных насосных агрегатах составляет 146 шт. По оценке экспертизы, указанное оборудование может быть изготовлено на отечественных заводах с выпуском головных образцов насосов в 1994-1995 гг.

Установлено, что переброска части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан является долговременной программой развития многих отраслей народного хозяйства этого региона и постановка вопроса о противопоставлении ее химизации сельского хозяйства Сибирского региона не является правомерной.

В целях определения оптимальной структуры возделываемых и, прежде всего, теплолюбивых культур в районах Средней Азии, необходимых для этого площадей орошаемых земель, рекомендовано Минсельхозу СССР совместно с Минводхозом СССР разработать альтернативные варианты получения предусмотренных в ТЭО переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана, 43,4 млн. т кормов (в том числе 17,1 млн. т зерна) в других районах страны.

Рассмотрено использование местных водных ресурсов и потребность в реконструкции оросительных систем в Средней Азии и Южном Казахстане. Установлено, что в настоящее время ресурсы р. Сырдарьи практически исчерпаны и ввод новых орошаемых земель в бассейне возможен только за счет высвобождения воды при реконструкции орошаемых земель и, в меньшей степени, за счет увеличения отбора подземных вод. Ввод в нормальную эксплуатацию Токтогульского водохранилища позволит повысить водообеспеченность существующих орошаемых земель.

Дальнейшее развитие орошения в бассейне Амударьи связано с увеличением располагаемых водных ресурсов за счет реконструкции оросительных систем, строительства и ввода в нормальную эксплуатацию Рогунского водохранилища (1995—2000 гг). В совокупности от реализации этих мероприятий оросительная способность источников в бассейне р. Сырдарьи может быть доведена до 3,2-3,4 млн. га, в бассейне р. Амударьи — до 4,5-5,0 млн. га, а всего в бассейне Аральского моря — до 7,7-8,4 млн. га. Фактическая площадь орошения в Аральском бассейне составляла на 1 января 1984 г. 6,6 млн. га.

Исследованиями обоснована необходимость завершения до 2000 г. комплекса мероприятий по полному использованию имеющихся резервов воды и эффективному использованию орошаемых земель.

Сделан обобщающий вывод, что дальнейшее развитие орошения в бассейнах Амударьи и Сырдарьи, даже при выполнении всех мероприятий, связанных с реконструкцией оросительных систем, улучшением использования местных водных ресурсов, невозможно без привлечения части стока сибирских рек.

Уточнены размеры затрат по строительству Главного канала

переброски, по водохозяйственному, сельскохозяйственному строительству и освоению новых орошаемых земель, а также по развитию смежных отраслей народного хозяйства. При этом строительство Главного канала переброски оценено в 15-16 млрд. рублей.

Затраты на водохозяйственное, сельскохозяйственное строительство и сельскохозяйственное освоение новых орошаемых земель определены в объеме 31 млрд. руб., в том числе объекты жилищного и культурно-бытового строительства — 5,2 млрд. руб.; на развитие сопряженных отраслей народного хозяйства — 1,9 млрд. руб. (в случае транспортного освоения канала дополнительно 3,2 млрд. руб.), на создание генерирующих мощностей — 1,7 млрд. руб. и на расширение и реконструкцию заводов по созданию и выпуску насосно-силового оборудования, строительных машин и механизмов — 0,2 млрд. руб.

Политбюро ЦК КПСС 15 сентября 1983 г., при обсуждении вопроса о долговременной программе развития мелиорации земель в СССР были приняты позитивные решения, в том числе по вопросам территориального перераспределения водных ресурсов. 23 мая 1984 г. Политбюро ЦК КПСС обсудило и одобрило основные направления программы развития мелиорации земель и повышения эффективности использования орошаемых и осушенных земель в целях создания гарантированного продовольственного фонда.

Эта программа разрабатывается правительством СССР, союзными и республиканскими министерствами и ведомствами в соответствии с поручением Политбюро ЦК КПСС при активном участии научных учреждений, специалистов сельского и водного хозяйства. Она предусматривает широкий комплекс мероприятий по значительному развитию орошаемого земледелия в засушливой зоне страны для устойчивого производства зерна, кукурузы, овощей, сои, кормовых и других сельскохозяйственных культур. Намечается строительство ряда крупных оросительных систем на Северном Кавказе, юге Украины, в Молдавии, Поволжье. Дальнейшее развитие получит водохозяйственное строительство в республиках Средней Азии, Казахстане, Западной Сибири и Зауралье, в Российском Нечерноземье, в Белоруссии и Прибалтике.

Особое значение придается мероприятиям, обеспечивающим получение высокой отдачи от орошаемых и осушенных угодий, ускорению научно-технического прогресса в мелиорации, проведению работ по охране природы, перераспределению водных ресурсов в интересах народного хозяйства. С этой целью намечается выделение необходимых капитальных вложений и материально-технических ресурсов, активное использование возможностей других отраслей народного хозяйства, министерств и ведомств, связанных с производством новой высокопроизводительной мелиоративной техники и оборудования.

Как отмечалось на заседании, выполнение Продовольственной программы СССР требует поднять мелиорацию на качественно новый уровень, эффективнее использовать ее возможности для повышения устойчивости земледелия, увеличения производства сельскохозяйственной продукции, улучшения снабжения населения. Накопленный опыт, созданная материальная база и наличие стабильных коллективов мелиораторов позволяют успешно решать все более сложные и масштабные задачи развития этой важной отрасли, входящей в агропромышленный комплекс нашей страны.

Одобрение ТЭО Азиатской переброски и научных исследований по проблеме стало знаменательным завершением первого этапа в осуществлении этой неотложной и важнейшей общесоюзной народно-хозяйственной проблемы, этапом, который подвел итоги многолетних научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ, выполненных Институтом водных проблем АН СССР и Союзгипроводхозом совместно со 150 институтами страны.

На втором, новом этапе работ предстоит закончить исследования, намеченные программой ГКНТ и Академии наук СССР, составить Проект, а также осуществить фундаментальные исследования по обоснованию дальнейшего водообеспечения страны. Представляется целесообразным проблему водообеспечения страны и тесно с ней связанную проблему формирования Объединенной водохозяйственной системы Срединного региона, а в конечном счете, Единой водохозяйственной системы страны, решать в тесной взаимосвязи с институтами Москвы, Ленинграда, Сибири, Урала, Казахстана и республик Средней Азии.

ЛИТЕРАТУРА

Материалы XXV съезда КПСС. — М.: Политиздат, 1976.

Материалы XXVI съезда КПСС. — М.: Политиздат, 1981.

Продовольственная программа СССР на период до 1990 года и меры по ее реализации: Материалы майского Пленума ЦК КПСС 1982 г. М.: Политиздат, 1982.

Абашкин С. А., Максимов А. Н. Переброска стока сибирских рек и нужды ондатроводства. В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Наука, СО. Н., 1975.

Абрамов А. В., Озиранский С. Л., Раппопорт В. В. Оптимизация комплексного использования водных ресурсов межбассейновых перебросок стока. В сб.: Комплексное использование водных ресурсов. Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания. Минск, 1975.

Авакян А. Б., Вендров С. Л., Корнилов Б. А. Задачи исследования по прогнозированию влияния территориального перераспределения стока на природные условия. Водные ресурсы, 1978, № 2.

Авакян А. Б., Корнилов Б. А., Эльпинер Л. И. Основные направления исследований изменения природной среды в проблеме территориального перераспределения стока. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.— А., 1980.

Авакян А. Б., Бостанджогло А. А., Великанов А. Л., Воропаев Г. В., Вендров С. Л., Корнилов Б. А., Шарапов В. А. Вопросы межбассейнового перераспределения речного стока и задачи управления формированием, использованием и охраной водных ресурсов в СССР. Сб. Межбассейновое перераспределение водных ресурсов и его влияние на природные условия и народное хозяйство. ГО АН СССР, Л., 1980.

Авакян А. Б., Каминский В. С., Сафронова К. И. Вопросы охраны качества водных ресурсов при перераспределении речного стока. В кн.: Проблемы развития водного хозяйства СССР. М., 1981.

Авакян А. Б., Буторин Н. В., Вендров С. Л. Влияние водохранилищ на окружающую среду. В кн.: Преобразование водного баланса под влиянием хозяйственной деятельности (Мат. XXIII Междунар. геогр. конгресса). Л., Гидрометеоиздат, 1976.

Авакян А. Б., Иванов А. Н. О сборнике Малые реки. Водные ресурсы. 1983, № 3.

Авакян А. Б. Современные проблемы создания, комплексного использования и исследования водохранилищ. Водные ресурсы, 1982, № 6.

Аганбегян А. Г., Багриновский К. А. О задачах народнохозяйственного оптимума. Вопросы экономики, 1967, № 10.

Аганбегян А. Г. Управление социалистическими предприятиями. Вопросы теории и практики. М., Экономика, 1979.

Агарков С. Г. Предпосылки для сверхдолгосрочного прогнозирования годового стока рек Западной Сибири и Казахстана. В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Наука, СО, Н., 1975.

Александровский Ю. В., Баранов В. А., Бостанджоглоа А. А., Обрезков С. С., Шимельмиц И. Я. Проблемы территориального перераспределения. Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда, т. 4, Л., 1976.

Амиров К. А., Еселов У., Худяков И. А. Некоторые результаты затопления поймы р. Иртыша попусками из Бухтарминского водохранилища. Проблемы гидроэнергетики и водного хозяйства, 1974, вып. 11.

Антонов В. С. Многолетняя изменчивость стока — экологический критерий оценки допустимого изъятия вод из Северных и сибирских рек. В сб.: Оценка возможных изменений режима низовьев и устьев рек Арктической зоны Западной Сибири под влиянием водохозяйственных мероприятий. М., 1976.

Ануфриев А. Ф., Братцев А. П. Природные и экономические предпосылки переброски части стока р. Оби в бассейн Волги. В сб.: Проблемы энергетики Крайнего Севера, ч. III, Якутск, 1975.

Асарин А. Е. Составляющие водного баланса Аральского моря и их влияние на многолетние колебания его уровня. Водные ресурсы, 1973, № 5.

Аскоченский А. Н. Южный Хорезм, как объект водохозяйственного строительства. САЗГипровод, Ташкент, 1933.

Ауце Д. А., Бостанджогло А. А., Воропаев Г. В., Грин Г. Б. Уральский экономический район в территориальном перераспределении стока по стране. АН СССР, УНЦ, ИЭ, Свердловск, 1978.

Ауце Д. А., Бостанджогло А. А., Воропаев Г. В., Грин Г. Б. Проблемы научного обоснования крупных водохозяйственных мероприятий по территориальному перераспределению водных ресурсов. Труды ГГИ, 1978, вып. 225.

Ауце Д. А., Бостанджогло А. А., Вендров С. Л., Грин Г. Б. и др. Регулирование и территориальное перераспределение речного стока. Водные ресурсы. Издательство Ростовского университета, 1981.

Ахметсафин У. М. О возможностях эффективного использования местных водных ресурсов. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сиб. рек. А.— А, 1980.

Ахметсафин У. М., Джабасов М. Х., Курмангалиев Р. М., Кабиев Ф. К. Оценка и распределение ресурсов подземных вод районов переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию. Там же. А.— А., 1980 г.

Ахметсафин У. М., Джабасов М. Х., Курмангалиев Р. М., Винницкая М. А., Кабиев Ф. К. Прогноз возможных изменений гидрогеологических условий на Тургайских равнинах и в северо-западных Кызылкумах в результате переброски части стока сибирских рек в Казахстан. Там же, А.— А., 1980.

Байрамов А. Н. К вопросу увеличения кормового потенциала Казахстана за счет сибирских вод. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.—А., 1980.

Бахтияров Р. И., Бостанджогло А. А. Основные проблемы водного хозяйства в бассейне р. Амударьи и возможные пути их решения. Бюллетень по водному хозяйству. СЭВ, М., 1968, 2(3).

Бахтияров Р. И., Боровец С. А., Бостанджогло А. А., Корнаков Г. И., Корчевский В. Ф., Озиранский С. Л., Пятигорский А. А. Развитие экономики Афганистана. Кн.: I, 2. Ирригация, энергетика, другие отрасли САОГИДропроект, Ташкент, 1970.

Бачурин Г. В. Проблема перераспределения водных ресурсов в Срединном регионе и задачи изучения природы северных районов Западной Сибири. В кн.: Влияние перераспределения стока вод на природные условия Сибири. Наука, СО, Н., 1980.

Бачурин Г. В., Петров И. Б. Основные направления исследований природной среды долины Нижнего Иртыша в связи с проблемами хозяйственного освоения территории на длительную перспективу. В кн.: Долина Нижнего Иртыша (современное состояние природной среды), Иркутск, 1978.

Бачурин Г. В., Ильина М. С., Михайлов Ю. П., Петров И. Б., Широков В. М. О влиянии переброски стока сибирских рек на природу та-

ежных геосистем. В сб.: Влияние перераспределения стока рек бассейна Оби на природу поймы Срединного региона. Иркутск, 1975.

Бачурин Г. В., Михайлов Ю. П., Петров И. Б. Межбассейновое перераспределение стока и проблемы использования таежных территорий в Срединном регионе. В кн.: Влияние межбассейнового перераспределения речного стока на природные условия Европейской территории и Срединного региона СССР. Проблемные доклады, М., 1975.

Берг Л. С. Об абсолютной высоте уровня Аральского моря. Зап. ГГИ, т. VI, 1932.

Березнер А. С. Предварительные соображения о создании объединенной водохозяйственной системы Европейской части СССР. Сборник научных трудов В/О «Союзводпроект», 1978, № 49.

Березнер А. С. Основные цели и варианты территориального перераспределения водных ресурсов в ЕТС. Проблемы биосферы, инф. бюллетень, № 7, М., 1980.

Березнер А. С. Проблемы прогнозирования роста водопотребления в южной зоне Европейской территории СССР за пределами 2000 г. В кн.: Проблемы развития водного хозяйства СССР, М., 1981.

Березнер А. С., Гандгард Г. Г., Львович М. И., Саруханов Г. Л. Территориальное перераспределение речного стока Европейской части СССР, Изв. АН СССР, сер. географическая, № 2, 1981.

Березнер А. С., Гришенко Н. С., Саруханов Г. Л. О первоочередных мероприятиях по переброске части стока северных рек в бассейн Волги. Гидротехническое строительство, 1982, № 8.

Биндеман Н. Н. К вопросу о перспективах использования подземных вод Казахстана в связи с проблемой переброски стока сибирских рек. Водные ресурсы, 1978, № 6.

Благоверов Б. Г., Бостанджогло А. А., Воропаев Г. В., Исмайылов Г. Х., Федоров В. М. Водохозяйственное районирование для обоснования территориального перераспределения водных ресурсов СССР. Водные ресурсы, 1978, № 6.

Боровец С. А., Бостанджогло А. А., Корнаков Г. И., Руханис И. М. О рациональном использовании и охране водных ресурсов Средней Азии. Средазгидропроект, Ташкент, 1969.

Боровец С. А., Бостанджогло А. А., Корнаков Г. И., Рухалис И. М. О генеральной схеме комплексного использования и охране водных ресурсов Узбекской ССР, САОгидропроект, 1969.

То же, Таджикской ССР, САОгидропроект, 1969.

То же, Туркменской ССР, САОгидропроект, 1969.

То же, Киргизской ССР, САОгидропроект, 1969.

Боровский В. М., Самойленко Б. С., Григорук В. В., Ковалев А. Е., Меирманов Т. П. Потенциальные возможности увеличения производства зерна за счет орошения пригодных к ирригационному освоению земель Казахстана. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.— А., 1980 г.

Боровский В. М., Кузнецов Н. Т. Роль переброски стока сибирских рек для решения проблемы Арала. Там же А.— А. 1980.

Бостанджогло А. А. О комплексном использовании р. Пяндж. Средазгидропроект, Ташкент, 1963.

Бостанджогло А. А. О направлении работ по Амударьинской проблеме. Средазгидропроект, Ташкент, 1965.

Бостанджогло А. А. Проблемы комплексного использования водных ресурсов р. Амударьи на генеральную перспективу. Доклад на среднеазиатской комиссии, АН СССР, 1967.

Бостанджогло А. А. Регулирование стока реки Вахш с целью комплексного использования водноэнергетических и земельных ресурсов реки Амударьи. Госплан ТадССР. Душанбе, 1982.

Бостанджогло А. А. Проблемы перераспределения стока в СССР. Тр. координационных совещаний по гидротехнике., Л., Энергия, 1976, вып. 108.

Бостанджогло А. А., Бахтияров Р. И., Аношкин Г. К., Якушевич В. Ф. Основные направления комплексного использования земельно-водных ресурсов бассейна р. Амударьи. АН УзССР, «ФАН» УзССР, Ташкент, 1969.

Бостанджогло А. А., Степанова М. И. Конференция «Проблемы переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан в свете решений XXV съезда КПСС». Водные ресурсы, 1979, № 2.

Бостанджогло А. А., Воропаев Г. В., Грин Г. Б., Исмайылов Г. Х. Методические основы разработки Единой водохозяйственной системы страны. Водные ресурсы, 1979, № 6.

Бостанджогло А. А., Вендров С. Л., Воропаев Г. В., Грин Г. Б. Вопросы научного обоснования переброски части стока бассейна р. Оби в центральные и южные районы Срединного региона и их связь с задачами водного благоустройства Западной Сибири. Сб.: Влияние перераспределения стока вод на природные условия Сибири, Наука, Н., 1980.

Бостанджогло А. А., Воропаев Г. В., Исмайылов Г. Х. Вопросы информационного обеспечения математических моделей ЕВХСС. Водные ресурсы, 1980, № 6.

Бостанджогло А. А. О научном обосновании перераспределения части стока сибирских рек. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.— А., 1980.

Бостанджогло А. А., Федоров Б. Г. Всесоюзное совещание по комплексной программе экономического и социального развития Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов. Водные ресурсы, № 6, 1982.

Бостанджогло А. А., Федоров Б. Г. Исследования в области социально-экономической оценки переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан в объеме 25 км³ в год. В кн.: Материалы Всесоюзного совещания по рассмотрению комплексной программы экономического и социального развития Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов. М., 1983.

Бостанджогло А. А., Малисов Ю. М. Исследования возможностей увеличения водозабора от створа Белогорья в главный Сибирь-Аральский канал. В кн.: Материалы Всесоюзного совещания по рассмотрению комплексной программы экономического и социального развития Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов. М., 1983.

Бостанджогло А. А. Проблема территориального перераспределения водных ресурсов европейской территории Союза ССР. В кн.: Комплексное использование водных ресурсов юга ЕТС. ВАСХНИЛ. М., Колос. 1979.

Бостанджогло А. А., Исмайылов Г. Х. Формирование крупных водохозяйственных систем на примере Срединного региона. АН УзССР, НПО Кибернетика. Вопросы РАСУ, Ташкент, 1983.

Братцев А. П. Новый взгляд на проблемы переброски части стока р. Печоры на юг. В сб.: Проблемы рационального использования естественных ресурсов и охраны природы Коми АССР. Сыктывкар, 1975.

Братцев А. П. Возможные изменения природных условий в нижнем течении Оби при переброске части ее стока в бассей Волги. В сб.: Оценка возможных изменений режима низовьев и устьев рек Арктической зоны Западной Сибири под влиянием водохозяйственных мероприятий. Л., 1976.

Брусынина И. Н. Влияние переброски части стока сибирских рек на запасы рыб Обь-Иртышского бассейна. В сб.: Влияние переброски стока на природные условия. ИГ АН СССР, М., 1982.

Бутории Н. В., Литвинов А. С. К изучению возможных изменений экологических условий в р. Волге при территориальном перераспределении речного стока. Тр. ИБВВ, вып. 43(64), 1982.

Вендров С. Л. О некоторых задачах географических наук в связи с проблемами водохозяйственного благоустройства. Вопросы географии, Сб. 100, М., Мысль, 1976.

Вендров С. Л. Проблемы преобразования речных систем СССР. Л., Гидрометеоиздат, 1979.

Вендров С. Л. Задачи и пути улучшения режима увлажненности Западно-Сибирской равнины (в связи с разработкой проблемы переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию). В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию, Наука, СО, Н., 1975.

Вендров С. Л. Проблемы территориального перераспределения речного стока. Изв. АН СССР, сер. географ., № 1, 1975.

Вендров С. Л. Некоторые аспекты проблем межбассейнового перераспределения речного стока в Европейской части Союза и Срединном регионе. В кн.: Влияние перераспределения стока рек бассейна Оби на природу Срединного региона. Иркутск, 1975.

Вендров С. Л., Комлев А. М. Состояние и перспективы изучения водных ресурсов Западной Сибири в связи с их народнохозяйственным использованием. Тр. ЭСРНИГМИ, вып. 26, 1976.

Вендров С. Л., Широков В. М., Подлипский Ю. И. Итоги и задачи изучения гидрологического режима водохранилищ Западной Сибири. Тр. ЭСРНИГМИ, вып. 26, 1976.

Вендров С. Л., Широков В. М. Проблемы водного благоустройства Западной Сибири. Н., Наука, 1976.

Вендров С. Л. Роль и интересы Западной Сибирской равнины в решении проблемы переброс стока. В сб.: Вопросы антропогенных изменений водных ресурсов. М., 1976.

Вендров С.Л. О некоторых задачах географических наук в связи с проблемами водохозяйственного благоустройства. Вопросы географии, сб. 100, 1976.

Вендров С. Л. Географические аспекты проблемы территориального перераспределения речного стока на Русской равнине. В кн.: Природные ресурсы Русской равнины и перспектива их использования. М., 1974.

Вендров С. Л., Дьяконов К. Н. Водохранилища и окружающая природная среда. М., Наука, 1976.

Вендров С. Л. К вопросу об исследованиях взаимодействия крупных гидроузлов и водохозяйственных систем с окружающей средой. В сб. научн. труд. Гидропроекта (Вопросы охраны окружающей среды в практике гидротехнического проектирования). М., 1979.

Вендров С. Л. Малые реки — проблемы исследований и использования. Наука и жизнь, 1983, № 9.

Вендров С. Л. О гидрологическом обосновании планов и карт внутренних водных путей сообщения. М., Речиздат, 1950.

Вернадский В. И. Избран. соч., 1960, т. IV.

Виноградов Г. Н. Ирригация в долине Кашкадарьи. САНИИРИ, Ташкент, 1935.

Влияние перераспределения стока на природные условия Сибири. Н., Наука, 1980.

Влияние перераспределения стока рек бассейна Оби на природу тайги Срединного региона (Материалы совещания), Иркутск, 1975.

Вознесенский А. Н. Вода — ресурсы и потребление. Водные ресурсы. 1972, № 1.

Вознесенский А. Н., Гангардт Г. Г., Герарди И. А. Основные направления и перспективы использования водных ресурсов СССР. Водные ресурсы, № 3, 1974.

Волков И. А. Некоторые вопросы преобразования водного хозяйства Сибири и решение проблемы переброски. В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Наука, СО, Н., 1975.

Волков И. А. Ландшафтные и геологоморфологические предпосылки решения проблемы переброски части стока сибирских рек на юг. В сб.: Природно-мелиоративная характеристика Средней Азии и Казахстана. Пущино, 1976.

Волков И. А. Проблема переброски части стока сибирских рек на юг и транссибирский речной путь. В кн.: Влияние перераспределения стока вод на природные условия Сибири. Наука, СО, Н., 1980.

Волконский В. А. Оптимальное планирование в условиях большой размерности. Итеративные методы и принцип декомпозиции. Экономика и математические методы, т. 1, № 2, 1965.

Воронов А. Г., Малхазова С. М., Комарова Л. В. Оценка медико-географической обстановки на территории Срединного региона и прогноз возможных изменений в связи с проектом переброски вод. Изв. АН СССР, сер. географ., № 2, 1982.

Воропаев Г. В., Киселев В. Г. К вопросу об оценке эффективности проектных схем перераспределения водных ресурсов. В кн.: Методы системного анализа в проблемах рационального использования водных ресурсов, т. II, М., 1976.

Воропаев Г. В. Прогноз влияния переброски стока сибирских рек на природные условия. Гидротехника и мелиорация, 1983, № 1.

Воропаев Г. В., Бостанджогло А. А. Научные исследования, их итоги и развитие работ по территориальному перераспределению из Сибири в Среднюю Азию и Казахстан. Сб. научных трудов В/О «Союзводпроект», 1984.

Воропаев Г. В., Акжанов А. А. Технико-экономические показатели Ново-Чилийской оросительной системы. Труды КазНИИВХ, т. IV, А.—А., 1964.

Воропаев Г. В., Малюгин Ю. А. Технико-экономические показатели Георгиевской оросительной системы. Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, вып. 11, А.—А., 1965.

Воропаев Г. В. Задачи и организация научных исследований в связи с проблемой перераспределения водных ресурсов. Водные ресурсы, № 3, 1976.

Воропаев Г. В. Единая водохозяйственная система страны. Водные ресурсы, № 6, 1976.

Воропаев Г. В. Гидрологические и технические аспекты территориального перераспределения водных ресурсов в СССР. Проблемы освоения пустынь, изд. «Ылым», № 3, 1979.

Воропаев Г. В. Управление водными ресурсами суши и окружающая среда. Вестник АН СССР, М., № 4, 1979.

Воропаев Г. В. Основные вопросы комплексной программы научных исследований в связи с разработкой проектов территориального перераспределения водных ресурсов в стране. В кн.: Влияние перераспределения стока вод на природные условия Сибири, Наука, СО, Н., 1980.

Воропаев Г. В. Основные результаты исследований по проблеме переброски стока. Проблемы биосферы, информ, бюллетень № 7, М., 1980.

Воропаев Г. В., Исмайылов Г. Х., Федоров В. М. Принцип построения имитационной модели и опыт ее применения для водохозяйственных систем бассейнов рек Амударьи и Сырдарьи. Водные ресурсы, № 4, 1980.

Воропаев Г. В., Федоров Б. Г. Социально-экономическая оценка переброски стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан. Тезисы докладов на IV Всесоюзной межвузовской конференции «Экономические проблемы повышения эффективности капитальных вложений в мелиорацию земель в свете решений июльского (1978 г.) Пленума ЦК КПСС» (Ташкент 28—30 ноября 1979 г.), Ташкент, Ташкентский институт народного хозяйства, 1979.

Воропаев Г. В. Итоги рассмотрения в Госплане СССР проблемы переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана. М., 1983, ИВП АН СССР.

Воропаев Г. В. Резервы ирригации, связанные с оптимизацией использования водных ресурсов.

Воропаев Г. В. Теория и практика внедрения хозрасчета в ирригацию. Гидротехника и мелиорация, № 6, 1971.

Воропаев Г. В. Оценка эффективности капитальных вложений в мелиоративное строительство. Гидротехника и мелиорация, № 12, 1971.

Воропаев Г. В., Исмайылов Г. Х., Федоров В. М. Исследование и оценка перспективности функционирования крупных водохозяйственных систем. Водные ресурсы, № 2, 1983.

Воропаев Г. В., Бостанджогло А. А., Исмайылов Г. Х. К вопросу о территориальном перераспределении водных ресурсов. «ФАН» АН УзССР, Ташкент, 1984.

Воропаев Г. В., Бостанджогло А. А., Новикова Н. М. Актуальные вопросы территориального перераспределения водных ресурсов. «ФАН» К — К Фил. АН УзССР, Нукус, 1984.

Воропаев Г. В. Проблема водообеспечения страны и территориальное перераспределение водных ресурсов. Водные ресурсы, № 6, 1982.

Воскресенский К. П., Соколов А. А., Шикломанов И. А. Ресурсы поверхностных вод СССР и их изменение под влиянием хозяйственной деятельности. Водные ресурсы, № 2, 1973.

Вотинов Н. П., Никонов С. П. Территориальное перераспределение стока и рыбное хозяйство Обского бассейна. Ж. «Рыбное хозяйство», № 3, 1977.

Гангардт Г. Г. К вопросу о переброске части неиспользуемого стока северных и сибирских рек в районы, испытывающие дефицит водных ресурсов. Гидротехническое строительство, № 8, 1971.

Гвоздев Е. В., Кенесарин Т. А., Маденов М. М., Самойленко Б. С. О состоянии и задачах научно-исследовательских работ, связанных с проблемой переброски части стока сибирских рек. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.— А., 1980.

Гелента И. Ф. Подходы к прогнозу изменения природных условий Прииртышья в связи с переброской части стока. В сб.: Влияние переброски стока на природные условия. ИГ АН СССР, М., 1982.

Гельдыева Г. В., Назарчук М. К. Изменение в природно-территориальных комплексах зоны канала Иртыш-Караганда под влиянием хозяйственной деятельности. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А. — А., 1980.

Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов СССР, Гидропроект.

Генусов А. З., Каримова М. У., Сектименко В. Е. О почвах первоочередного освоения в низовьях Амударьи. Там же, А.—А., 1980.

Генеральная схема комплексного использования водных ресурсов бассейна р. Амударьи. САОгидропроект, 1970.

Географические проблемы при перераспределении водных ресурсов Сибири. Сб. статей АН СССР, СО, Геогр. общ-во СССР, Новосиб. отд. Ответ. ред. В. Н. Сакс. Наука, Н., 1982.

Герарди И. А. Воду сибирских рек засушливым землям юга. Гидротехника и мелиорация, № 12, 1972.

Герарди И. А. О повышении водообеспеченности р. Волги и переброска части стока северных рек на юг. Гидротехника и мелиорация, № 11, 1973.

Герарди И. А. Природно-хозяйственные основы переброски части стока сибирских рек в республики Средней Азии и маловодные области Казахской ССР. В кн.: Мелиорация почв Средней Азии, Казахстана и Западной Сибири в связи с переброской части стока сибирских рек в южные районы страны. Пущино, 1976 .

Герарди И. А. Единая государственная система регулирования и межбассейнового перераспределения водных ресурсов СССР. Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда, т. 4, Л., 1976.

Герарди И. А. Проблема переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан. Сб. научных трудов В/О «Союзводпроект», № 49, 1978.

Герарди И. А. Проблема использования вод Обского бассейна для обводнения Казахстана и Средней Азии в комплексе с осушением Западно-Сибирской низменности. В сб.: Комплексное освоение водных ресурсов Обского бассейна, Н., 1970.

Герарди И. А. Технико-экономические соображения по переброске части стока сибирских рек в республики Средней Азии и маловодные районы Казахстана. В сб.: Оценка возможных изменений режима низовьев и устьев рек Арктической зоны Западной Сибири под влиянием водохозяйственных мероприятий, Л., 1976.

Герасимов И. П. Географические прогнозы в проблеме межзональной переброски речного стока. Межбассейновое перераспределение водных ресурсов и его влияние на природные условия и народное хозяйство. Л, 1980.

Герасимов И. П., Гиндин А. М. Проблемы переброски сибирских речных вод на пустынные равнины Средней Азии и Казахстана. XXIII Международный географический конгресс. Симпозиум «Человек и среда», М., 1976.

Герасимов И. П., Кибальчич О. А., Коронкевич Н. И., Львович М. И. Географические прогнозы в проблеме межзональной переброски речного стока в СССР. Изв. АН СССР, сер. географ., № 2, 1981.

Герасимов И. П., Городецкая М. Е., Кузнецов Н. Т., Кесь А. С., Коронкевич Н. И., Львович М. И. Изучение вероятных изменений природных условий Казахстана и Средней Азии в связи с переброской части стока сибирских рек. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.— А., 1980.

Гидролого-гидрохимические исследования больших каналов водоснабжения в аридных и горных зонах в целях разработки методов прогнозирования качества воды в них. Исследование каналов в аридных условиях. Рекомендации по прогнозированию качества воды в них. ВНИИ ВОДГЕО.

Гидроэнергетические установки. Под ред. Д. С. Щавелева. Л., Энергия, 1972, (учебник).

Глуховской А. И. Пропуск вод Амударьи по старому ее руслу в Каспийское море, СПБ, 1983.

Глушков В. Г. Десятилетие Государственного гидрологического института и развитие идей гидрологии. Изв. ГГИ, № 25, 1929.

Глушков В. Г. Роль гидрологии в социалистическом строительстве. Изв. ГГИ, 1931, № 33.

Глушков В. Г. Перспективы и пути развития гидрологии в СССР. Изв. ГГИ, № 65, 1934.

Голубев Г. С., Бисвас А. К. Межрегиональные переброски речного стока. Водные ресурсы, № 3, 1979.

Гордеев В. В. Речной сток в океан и черты его геохимии. М., Наука, 1983.

Горизонтальная циркуляция вод в Рыбинском водохранилище и возможности ее изменения при перераспределении стока. Буторин Н. В., Литвинов А. С., Фомичев И. Ф., Поддубный С. Н. Тр. ИБВВ, вып. 43(46), 1982.

Городецкая М. Е. Прогнозная оценка геоморфолого-литологических условий главного канала переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию. Там же, А.—А., 1980.

Городецкая М. Е. Прогноз возможных изменений природных условий по трассе переброски части стока Западно-сибирских рек. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 1, 1982.

Гофман К. Г. Экономическая оценка природных ресурсов в условиях социалистической экономики. Вопросы теории и методологии, М., Наука, 1977.

Граве М. К., Граве Л. М. Особенности влияния крупных каналов Средней Азии на природу пустынь в связи с проблемой переброски стока сибирских рек. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.—А., 1980.

Гришенко Н. С., Еремеев А. Н., Кондратьев А. Ф., Рыскулов Д. М. Соображения института Союзгипроводхоз о Проспекте программы исследований по развитию производительных сил Срединного региона в связи с перераспределением ресурсов и интеграцией хозяйства. В кн.: Материалы Всесоюзного совещания по рассмотрению комплексной программы экономического и социального развития Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов. М., 1983.

Даль В. И. Толковый словарь живого великорусского языка. М., ГИЗ, 1955, т. I.

Данилин А. Л. Прогнозная оценка интенсивности ветроэрозионных процессов в Средней Азии и Казахстане в зоне переброски стока сибирских вод. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.—А., 1980.

Дать оценку вероятных изменений природных условий в районах изъятия, транспортирования и распределения стока, ИГ АН СССР. М., 1980.

Демин А. П. Зональные аспекты эффективности использования водо-земных ресурсов в связи с переброской стока в Среднюю Азию и Казахстан. В кн.: Материалы Всесоюзного совещания по рассмотрению Комплексной программы экономического и социального развития Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов. М., ИВП АН СССР, 1983.

Демин А. П. Изменчивость урожайности яровой пшеницы по зонам увлажнения. Вестник сельскохозяйственной науки, № 4, 1980.

Доклад комиссии Совета Министров СССР под председательством А. А. Борового «О комплексе мероприятий по рациональному и экономному расходованию водных ресурсов и повышению водообеспеченности отраслей народного хозяйства до 1990 г. часть I.

Доклад Комиссии Совета Министров СССР под председательством А. А. Борового, часть II.

Дончeнко Р. В., Маркова О. Л., Охинченко А. И., Попов И. В., Скальский Б. Г., Сорочан О. Г. Исследование возможных последствий территориального перераспределения водных ресурсов. Водные ресурсы, № 1, 1977.

Дунин-Барковский Л. В. Развитие орошения в Узбекистане водами Амударьи, Т., 1946.

Дунин-Барковский Л .В., Воропаев Г. В., Бостанджоглo А. А., Ауце Д. А., Грин Г. Б. Территориальное перераспределение стока: исследованиея, масштабы, альтернативы. Преобразование водного баланса под влиянием хозяйственной деятельности. XXIII Международный Географический конгресс. Гидрометеоиздат, Л., 1976.

Дунин-Барковский Л. В., Моисеев Н. Н. Система моделей перераспределения речного стока СССР. Водные ресурсы, № 3, 1976.

Дунин-Барковский Л. В. Физико-географические основы ирригации. Наука, 1981.

Духовный В. А. Материалы по экономическим показателям ввода земель в республиках Средней Азии на период до 2005 года с учетом их полного хозяйственного освоения одновременно с осуществлением переброски сибирской воды. САНИИРИ, рукопись.

Дюбин Г. Н., Суздаль В. Г. Введение в прикладную теорию игр. М., Наука, 1981.

Еремеев А. Н., Малисов Ю. М. Основные положения водохозяйственного обоснования переброски части стока Оби в Среднюю Азию и Казахстан. Труды В/О «Союзводпроект», М., № 6, 1979.

Еловенко В. Г. Исследование эффективности использования водохранилищ в системе переброски речного стока. Всесоюзное научно-техническое совещание «Влияние водохранилищ ГЭС на хозобъекты и природную среду», Тез. докладов. Л., 1979.

Елаховский В. С. Об экономической целесообразности переменных по годам объемов переброски части стока северных рек и отъемов воды на орошение в бассейне Волги в условиях эксплуатации. Тр. Гидропроекта, вып. 81, 1982.

Елохин Е. А. Технико-экономические расчеты по водохозяйственному комплексу. Труды Гидропроекта, сб. 17 (Технико-экономические вопросы проектирования гидротехнических сооружений). М., Энергия, 1969, (Минэнерго СССР, Гидропроект им. С. Я. Жука).

Жумашов А. О. О возможных изменениях природно-мелиоративных условий в Туркменистане в связи с переброской части стока сибирских рек. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения стока сибирских рек. А. — А., 1980.

Заключение ГЭК Госплана СССР по ТЭО I очереди стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан, 1983.

Замахав В. С. О разработке научных основ к проектным проработкам по комплексному использованию и охране водных ресурсов СССР на период до 2000 г. Труды Гидропроекта, сб. 26, 1972.

Захаров В. П., Калачев Н. С. Проблема территориального перераспределения водных ресурсов Срединного региона СССР. В кн.: Комплексное использование водных ресурсов Сибири и Дальнего Востока и их охрана. Омск, 1969.

Зиядуллаев С. К., Лапкин К. И., Пугачев А. В., Рахимов Э. Д. Социально-экономические проблемы переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан. СОПС АН УзССР, Ташкент, «ФАН», 1979.

Зиядуллаев С. К. К проблеме переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан. В кн.: Материалы Всесоюзного совещания по рассмотрению комплексной программы экономического и социального развития Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов. М., 1983.

Зузик Д. Т. Экономика водного хозяйства. М., Колос, 1980.

Зузик Д. Т., Бышовец А. Г. Экономика водного хозяйства, М., Колос, 1970.

Зюбенко С. Ш. Проблемы надежности гидротехнических сооружений при межбассейновой переброске стока. В кн.: Вопросы строительства гидротехнических сооружений при межбассейновой переброске стока. М., 1980.

Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. АН КазССР, СОПС, А.— А., 1980.

Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий в связи с перераспределением водных ресурсов. ВСЕГИНГЕО, 1980.

Изучить влияние на окружающую среду и оценить социально-экономические последствия снижения уровня Аральского моря, разработать научные основы мероприятий по предотвращению отрицательных последствий этого снижения. ИГ АН СССР, 1980.

Ирригация Узбекистана, в 4-х томах. ФАН, Ташкент, 1975—1981.

Исмайылов Г. Х., Шаталова К. Ю. Исследование возможности применения метода композиции для определения минерализации воды в речной системе. Водные ресурсы, № 4, 1983.

Исследования гидрологического режима и руслового водного баланса по основным трассам переброски части стока северных и сибирских рек. ГГИ, Л., 1980.

Каракумский канал и изменение природной среды в зоне его влияния. М., Наука, 1978.

Каульбарс А. В. Древнейшие русла Аму-Дарьи. 1871.

Кесь А. С., Грязнова Т. П. Геоморфологические условия переброски части стока сибирских рек на междуречье низовий Сырдарьи-Амударьи. В сб.: Природно-мелиоративная характеристика Средней Азии и Казахстана. Пущино, 1976.

Кесь А. С., Грязнова Т. П. Прогнозная оценка литолого-геоморфологических условий юго-восточного и южного Приаралья. Там же, А.— А., 1980,

Кибальчик О. А. Альтернативные цели использования перебрасываемого стока сибирских рек. Проблемы биосферы, инф. бюллетень № 7, М., 1980.

Книпович Н. М. Солевой режим Азовского моря. Изв. ГГИ, № 63, 1934,

Ковалев Р. В., Гаджиев И. М. Некоторые особенности почвенного покрова и структура земельных ресурсов Западной Сибири. В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Наука, СО, Н., 1975.

Ковда В. А. Аридизация суши и борьба с засухой. М., Наука, 1977.

Ковда В. А. Основы учения о почвах. М., Наука, т. I, II, 1973.

Когай Н. А., Закиров Ш. С. О вероятных изменениях ландшафтов Средней Азии и Южного Казахстана в связи с перераспределением речного стока. Там же, А.—А., 1980.

Козлова А. Е. Прогнозная оценка экзогенных рельефообразующих процессов в зоне переброски Северного и Центрального Тургая. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.—А., 1980.

Комплексная программа научно-технического прогресса на 1991—2010 гг. в области природных ресурсов.

Комплексные водохозяйственные проблемы СССР. Материалы к Всесоюзной конференции. Под общ. редакцией Парзян Г. Х. Редакционная коллегия: Вильдгрубе А. О., Васильков В. А., Мостов А. М., Пронин Т. Г. «Гос. соц.-эконом. издат». М.—Л., 1932—1933.

Часть первая. (авт: Парзян Г. Х. Водные ресурсы СССР и их комплексное использование; Чаплыгин А. В. Проблема водного хозяйства Волги; Фидман А. Канал «Волга — Москва»; Талицын Е. Проблема Волго-Мариинского водного пути; Иогансон Е., Разин Н., Михельсн Л. Проблема Камско-Печорского-Вычегодского пути; Воеводский Ф. С. Валдайская проблема; Вовкушевский Проблема использования водных ресурсов Карело-Мурманского каря).

Часть вторая (авт: Грацианский М. Проблема реки Днепр; Тихомиров В. Водные ресурсы Харьковского района и перспективы их использования, Лондон Н. Проблема водоснабжения Донбасса и Криворожья; Гришин М., Богословский М. Проблема реки Дон; Иванов М. Проблема Манычей; Дубяго Д. Проблема реки Терек; Альтман В. Проблема реки Сулак; Иванян А. Проблема Мингечаура; Кузнецов М. Мелиорация Колхидской низменности; Мейер Р. Проблема использования озера Севан; Мямлин А. Проблема водоснабжения г. Баку; Никольский В. Проблема орошения Сев. Крыма).

Часть третья (авт: Урбан И. Проблема использования водных ресурсов Урала; Угинчус А. Проблема реки Урал; Лебедев А. Проблема Урало-Кузбасского водного пути; Стекольников М. Проблема водоснабжения северо-западного Казахстана; Аскоченский А. Проблема использования водных ресурсов бассейна р. Аму-Дарьи; Томасевич Э. Проблема водоснабжения западного Туркменистана; Вильдгрубе А. Проблема реки Сыр-Дарьи; Селивановский Б. Проблема Чирчик-Ангрен-Келесского бассейна; Джанумян С. Проблема реки Чу; Сомова Л. Проблема реки Или; инж. Задулин. Проблема реки Чарын; инж. Лубны-Герцик. Проблема реки Иртыш; Колосовский Н. Проблема использования водных ресурсов Ангаро-Енисейского бассейна; Симбирский В., Напалков С. Проблема комплексного использования гидроресурсов Дальневосточного края).

Материал подготовлен Сектором водных ресурсов Госплана СССР и Гидронито.

Копанев Г. В. Теоретические и методологические проблемы развития и размещения производительных сил Средней Азии и Казахстана. В сб.: Методические вопросы исследования социально-экономических проблем развития Средней Азии и Казахстана. М., СОПС Госплана СССР, 1982.

Коренистов Д. В., Крицкий С. Н., Менкель М. Ф., Шимельмиц И. Я. Проблема Аральского моря. Водные ресурсы, № 1, 1972.

Корнаи И., Липтак Т. Планирование на двух уровнях. В кн.: Применение математики в экономических исследованиях, т. 3. М., Мысль, 1965.

Корнаков Г. И., Шенгелия П. Г., Боровец С. А., Бостанджоглo А. А., Мечитов И. И., Бахтияров Р. И., Гершкович М. И. Основы методики оптимизации распределения водных ресурсов на примере бассейна р. Амударьи. АН ГрузССР, САОгидропроект, ГрузНИИЭ, Ташкент — Тбилиси, 1968.

Корнилов Б. А., Тимошкина В. А. Влияние Каракумского канала на окружающую среду. Водные ресурсы, № 3, 1974.

Коронкевич Н. И. Изменение водных ресурсов под влиянием хозяйственной деятельности на водосборах. В кн.: Проблемы развития водного хозяйства СССР, М., 1981.

Коронкевич Н. И. Прогноз состояния водных ресурсов ЕТС без переброски части стока. В сб.: Влияние переброски стока на природные условия. ИГ АН СССР, М., 1982.

К оценке изменения минерализации и химического состава водоемов и водотоков трассы переброски стока Печоры в Каму. Матарзин Ю. М., Двинских С. А., Китаев А. Б. и др. В кн.: Гидрология и метеорология. Анализ и прог-

ноз элементов водных и климатических ресурсов Урала, сопредельных территорий. Пермь, 1981.

Кошелев А. П. К истории вопроса переброски части стока рек в России. В сб.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Н., 1975.

Красовский В. Экономическая эффективность производства и капитальных вложений. Вопросы экономики, № 11, 1983.

Крицкий С. Н., Менкель М. Ф. Гидрологические основы управления речным стоком. М., Наука, 1981.

Крицкий С. Н., Менкель М. Ф. Гидрологические основы управления водохозяйственными системами. М., Наука, 1983.

Крицкий С. Н., Менкель М. Ф. Водохозяйственные расчеты, 1952.

Крицкий С. Н., Менкель М. Ф., Коренистов Д. В., Шимельмиц И. Я. Проблема Аральского моря. Проблемы регулирования и использования водных ресурсов. М., Наука, 1973.

Курочкина Л. Я. Предварительный прогноз влияния переброски части стока сибирских рек на растительный покров по трассе канала «Тургайский 1». В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.—А., 1980.

Кусковский В. С. Гидрогеологические условия и развитие берегов при создании водохранилища на Катути. В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Наука, СО, Н., 1975.

Лапкин К. И., Рахимов Э. Д. Необходимость переброски части стока сибирских рек для дальнейшего развития республик Средней Азии и Южного Казахстана. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.—А., 1980.

Лемешев М. Я., Ушаков Е. П. Экономическое развитие и охрана окружающей природной среды. В кн.: Экономические проблемы природопользования. М., 1981.

Литвинов А. С., Цельмович О. Л. Водный баланс и водообмен Шекснинского водохранилища и их применение при территориальном перераспределении стока. Тр. ИБВВ, вып. 43(46), 1982.

Лопух П. С. Формирование берегов и ложа малых водохранилищ (на примере Белорусской ССР), автореферат канд. диссертации, Минск, БГУ, 1983.

Львович М. И., Коронкевич Н. И. Влияние территориального перераспределения водных ресурсов на природные условия ЕТС. В сб.: Межбассейновое перераспределение водных ресурсов и его влияние на природные условия и народное хозяйство. Л., Изд. ГО СССР, 1980.

Львович М. И., Андреев Н. Г., Карпович А. Ф., Козловский Ф. И. Пути интенсификации использования водных ресурсов ЕТС в связи с планами территориального перераспределения водных ресурсов. Проблемы биосферы, инф. бюллетень № 7, М., 1980.

Львович М. И., Подоплелов В. П., Братцев А. П., Медведева Г. П. Возможности отъема воды на севере ЕТС для целей северо-южной переброски. Там же.

Львович М. И., Цигельная Н. Д. Проблемы будущего местных водных ресурсов Средней Азии и Аральского моря. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.—А., 1980.

Львович М. И., Коронкевич Н. И., Кесь А. С., Нейштадт М. И., Малик Л. К., Розанов Л. Л. Оценка вероятных изменений природных условий в районах изъятия, транспортирования и распределения стока. В сб.: Влияние переброски стока на природные условия. ИГ АН СССР, М., 1982.

Львович М. И., Цигельная И. Д. Проблемы будущего водных ресурсов Средней Азии. Там же.

Магаков Г. Л. Водные проблемы Приобья. Водные ресурсы, № 2, 1975,

Макеев. К вопросу о развитии речных долин Средней Азии. Проблемы физической географии, вып. 3, 1936.

Малик Л. К. Нужно ли перебрасывать воды западносибирских рек на юг. Природа, № 6, 1973.

Малик Л. К. Гидрологический аспект проблемы преобразования природы Западно-Сибирской равнины. Водные ресурсы, № 3, 1976.

Малик Л. К. Гидрологические проблемы преобразования природы Западной Сибири. М., Наука, 1978.

Малик Л. К. Подпорные явления на реках Западной Сибири и возможные последствия их изменений в связи с перераспределением стока. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 5, 1980.

Малик Л. К. Задачи географических исследований в Западной Сибири в связи с проблемой переброски части стока сибирских рек на юг. В кн.: Влияние перераспределения стока вод на природные условия Сибири. Наука, СО, Н., 1980.

Малик Л. К. О некоторых последствиях изъятия части стока из рек Оби и Иртыша для природы Западной Сибири. Гидротехника и мелиорация, № 11, 1981.

Малик Л. К. Изменение режима затопления пойм Оби и Иртыша под влиянием переброски части их стока. В сб.: Влияние переброски стока на природные условия. ИГ АН СССР, М., 1982.

Малинина Т. И., Рамонов И. М. Озера Лача, Воже, Кубенское как потенциальные ресурсы пополнения вод реки Волги. Материалы Всесоюзной научной конференции по проблемам комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна Волги, вып. I, Пермь, 1975.

Малые реки (вопросы географии, сб. 118). М., Мысль, 1981.

Марти Ю. Ю., Раткович Д. Я. Водохозяйственные проблемы Азовского и Каспийского морей. Водные ресурсы, № 3, 1976.

Материалы Госэкспертизы Госплана СССР по ТЭО первой очереди переброски стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан (1980—1983 гг.).

Межбассейновое перераспределение водных ресурсов и его влияние на природные условия и народное хозяйство. (Тезисы докладов Секции VII съезда ГО СССР), Изд. ГО СССР, Л., 1980.

Межзональное перераспределение водных ресурсов. Л., Гидрометеоиздат, 1980.

Межбассейновое перераспределение водных ресурсов и его влияние на природные условия и народное хозяйство (сборник научных трудов). Л., изд. ГО СССР, 1980 (тексты докладов на пленарных заседаниях 5 секции VII съезда Географического общества СССР, Фрунзе, сент. 1980).

Межбассейновое перераспределение водных ресурсов и его влияние на природные условия и народное хозяйство (тезисы стендовых сообщений на 5 секции VII съезда Географического общества СССР. Фрунзе, сент. 1980). Л., ГО СССР, 1980.

Межбассейновое перераспределение водных ресурсов и его влияние на природные условия и народное хозяйство. Л., 1980. (Сборник докладов на VII съезде геогр. об-ва, Фрунзе, 1980).

Межзональное перераспределение водных ресурсов. Под редакцией Соколова А. А. и Шикломанова И. А. Гидрометеоиздат, Л., 1980.

Мезенцев В. С. О вероятных направлениях и размерах влияния переброски части стока сибирских рек на гидролого-климатические условия лесной зоны Западной Сибири. В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Наука, СО, Н., 1975.

Мезенцев В. С. Вероятные изменения водного баланса под влиянием межзонального перераспределения стока сибирских рек. Водные ресурсы, № 1, 1977.

Мельников В. Трудная судьба озера Неро. В кн.: Дорогами России, сб. второй. М., Советский писатель, 1983.

Методика определения экономической эффективности капитальных вложений. «Экономическая газета», № 2, 3, 1981.

Минаева Е. Н. О возможности оценки расходования оросительных вод

на испарение на равнинах Средней Азии. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.—А., 1980.

Михайлов Н. И. Проблемы перераспределения стока рек Срединного региона СССР. Вестник МГУ, № 6, 1974.

Михайлов Н. И., Тимашев И. Е., Амелин А. В. Изменения ландшафтов и рациональное природопользование в зоне влияния Тобольского гидроузла. В сб.: Влияние переброски стока на природные условия. ИГ АН СССР, М., 1982.

Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. М., Наука, 1981.

Музылев С. В., Привальский В. Е., Раткович Д. Я. Стохастические модели в инженерной гидрологии. Наука, М., 1982.

Нейштадт М. И., Малик Л. К., Раунер Ю. Л., Караваева Н. А. Природные процессы на территории Западно-Сибирской равнины и перспективы мелиорации в связи с северо-южной переброской речного стока. Проблемы биосферы, инф. бюллетень, № 7, 1980.

Некрасов Н. Н. Региональная экономика. Теория, проблемы, методы. 2-е изд. Экономика. 1978.

Непорожний П. С. Гидроэнергетика в водохозяйственном комплексе страны. Водные ресурсы, № 3, 1972.

Никитин А. Вокруг Плещеева озера. В кн.: Дорогами России, сб. второй. М., Советский писатель, 1983.

Никитин В. В. К характеристике низовьев Аму-Дарьи, как объекта мелиорации. 1926.

Николаев В. А. Природа рельефа Западно-Сибирской равнины и Обь-Каспийская проблема. В кн.: Природные условия и переброска стока рек в Среднюю Азию. Наука, СО, Н., 1975.

Николаев В. А., Пучкова Д. В. Пути комплексного использования водных ресурсов Обь-Иртышского междуречья в решении Обь-Каспийской проблемы. В кн.: Влияние перераспределения стока вод на природные условия Сибири, Наука, СО, 1980.

Новицкий О. П., Амстиславский А. З. Продуктивность водной экосистемы бассейна Оби в условиях роста безвозвратного водопотребления и гидростроительства. В кн.: Проблемы развития водного хозяйства СССР. М., 1981,

Нургизаринов А. М. Современное состояние и перспективы использования орошаемых земель в низовьях реки Сырдарьи. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.—А., 1980.

Окороков В. Р., Федоров М. П., Шапот Д. В., Щавелев Д. С. Исследование эффективности регионального перераспределения речного стока на основе многокритериального анализа. Труды Ленинградского политехн. института, Л., № 351, 1976.

Оксинюк О. П., Кафтанникова О. Г., Олейник Г. Н., Шевцова Л. В., Юрченко В. В., Базилевич В. М., Белоконь Г. С., Калиниченко Р. А., Карпедо Ю. И., Черницкая Л. Н. Гидробиологический режим каналов, биологические помехи в эксплуатации и рекомендации по их ограничению. Водные ресурсы, № 1, 1977.

Орлова Г. А., Широков В. М. Особенности гидрологического режима Новосибирского водохранилища за 15-летний период эксплуатации. В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Наука, СО, Н., 1975.

Оценка возможных изменений режима низовьев и устьев рек арктической зоны Западной Сибири под влиянием водохозяйственных мероприятий. Тезисы докладов совещания в ААНИИ. Л., 1976.

Очередность и масштабы намечаемого территориального перераспределения водных ресурсов. ИВП АН СССР, М., 1980.

Панин П. С. Прогноз водопотребления многолетних трав в лесостепной

зоне Срединного региона. В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока в Среднюю Азию. Наука, СО, Н., 1975.

Панфилов В. П., Трубецкая А. П. Водный баланс почв лесостепного ландшафта Барабинской низменности. Там же.

Панько В. А. О возможности сверхдолгосрочного прогноза уровней внутренних морей и озер Срединного региона. В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока в Среднюю Азию. Наука, СО, Н., 1983.

Пеньковский В. И., Рыбакова Т. С. Прогноз водно-солевого режима на орошаемых территориях. Там же.

Позднышева Д. П. Геоморфологические признаки новейших движений в Тургайском прогибе. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.—А., 1980.

Поляков Я. В. Использование русел равнинных рек для межбассейновой переброски стока. Гидротехническое строительство, № 4, 1982.

Попов Б. А. Ландшафтно-географическое прогнозирование в связи с переброской части стока северных рек на юг ЕТС. Автореферат к. г. н. Л., 1980.

Предварительная прогнозная оценка влияния на природную среду Казахстана переброски части стока сибирских рек. Часть I, Часть II. Изд. Наука, Казахской ССР, А.—А., 1979, (СОПС АН КазССР), ДСП.

Преобразование природы Западной Сибири в связи с изъятием части стока рек и перспективами мелиорации территории. Нейштадт М. И., Малик Л. К., Втюрин Б. И. и др. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 4, 1982.

Природа Арктики в условиях межзонального перераспределения водных ресурсов. Л., 1980. (Тезисы докладов Совещания, Л., ноябрь, 1980).

Природа Срединного региона СССР (в связи с проблемой переброски речного стока). М., изд. МГУ, 1980.

Принципиальные положения и варианты территориального перераспределения водных ресурсов, включая переброски речного стока северного склона на юг и черноморских вод в Каспийское море. ИВП АН СССР, М., 1977.

Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Наука, СО, Н., 1975.

Проблема Аральского моря. ГКНТ СССР, АН СССР, ИВП АН СССР. Доклад 1971.

Проблема Арктики и Антарктики (сборник статей), вып. 55, Л., Гидрометеоиздат, 1980; тематический сборник, посвященный вопросам межзонального перераспределения водных ресурсов.

Проблемы биосферы. Инф. бюллетень Научного Совета АН СССР по проблемам биосферы АН СССР, № 6, М., 1979.

Проблемы биосферы. Инф. бюллетень, № 7, М., 1980.

Проблема переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан. Сб. статей (Редкол.: Духовный В. Н. (отв. ред.) и др. Ташкент, 1981. (Сб. научн. трудов, Среднеаз. НИИ ирригации им. В. Д. Журина, вып. 162).

Проблемы рационального использования водных ресурсов малых рек. (Тезисы докладов Первой Всесоюзной научно-технической конференции). Казань, 1981.

Прогноз возможных изменений ледового, гидрологического, гидрохимического и метеорологического режимов, а также геоморфологических процессов низовьев и устьевых областей рек и морей арктической зоны в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов. Отчет ААНИИ, Л., 1980.

Прогнозирование качества воды в Главном канале переброски части стока сибирских рек. В кн.: Материалы Всесоюзного совещания по рассмотрению комплексной программы экономического и социального развития Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов. ИВП АН СССР. 1983.

Прогноз качества воды в реках Амударье и Сырдарье с учетом переброски части стока сибирских рек и без нее. САНИИРИ. 1978.

Прогноз ожидаемых изменений природных условий в таежной зоне Обь-Иртыша. Институт географии Сибири и Дальнего Востока Сибирск. отделения АН СССР, Иркутск, 1983, ДСП. Отв. ред. Чл.-корр. АН СССР Воробьев В. В., к. г. н. Бачурин Г. В.

Проект главного канала переброски части стока сибирских рек в район Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана. Инженерные решения вариантов головного участка главного канала переброски. Союзгипроводхоз, 1983.

Проспект доклада «Научные основы программы комплексного развития народного хозяйства Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов». Ин-т экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения АН СССР, Н., 1982, ДСП, Научн. руководители акадек. Аганбегян А. Г., проф., д. э. н. Шнипер Р. И.

Пряжинская В. Г. Методы системного анализа при планировании водных ресурсов. В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока в Среднюю Азию. Наука, СО, Н., 1975.

Пряжинская В. Г., Исмайылов Г. Х. Проблема оптимального распределения водных ресурсов в условиях их дефицита. Водные ресурсы, № 6, 1982.

Разработать и представить в АН СССР и Минводхоз СССР прогноз изменений основных показателей качества поверхностных водных ресурсов в связи с переброской части стока северных и сибирских рек. ГХИ. Новочеркасск, 1980.

«Разработать и представить в АН СССР и Минводхоз СССР прогноз изменения качества вод в реках Тобол, Обь (ниже Новосибирского водохранилища у гг. Белогорье, Салехард и Тобольск), Сырдарье (ниже Чардарьинского водохранилища) и Амударье (ниже Тюямуюнского водохранилища) в условиях переброски 25 и 60 км³/год воды» (тема 0.85.06.03.04 Н8б плана ГКНТ; ГХИ. 1980.

Разработать и представить в Минводхоз СССР и АН СССР рекомендации по максимальному предотвращению отрицательного воздействия территориального перераспределения водных ресурсов северных и сибирских рек на окружающую среду, в том числе на гидрологические, гидрохимические, ледотермические, биологические, и гидрогеологические процессы. Тема (03.20.Н1 Проблемы 0.85.06). ИВП АН СССР, М., 1980.

Разработать и представить в Минводхоз СССР и АН СССР обобщенные данные по прогнозам вероятных изменений природно-климатических, экологических и др. условий в связи с первой очередью переброски части стока северных и сибирских рек в Среднюю Азию, Казахстан и в бассейн реки Волги в объеме 25—60 км³ воды в год, а также рекомендации по максимальному предотвращению отрицательных воздействий переброс стока на окружающую среду, задание 0.4.Н1 Проблемы 0.85.06, ИВП АН СССР, М., 1979. (Внедрено в Союзгипроводхозе).

Разработать методику и дать социально-экономическую оценку территориального перераспределения водных ресурсов с учетом влияния их на природно-климатические условия и биопродуктивность экологических систем. Заключительный отчет ИВП АН СССР по заданию 03.21 проблемы 0.85.06. Руководитель темы к. т. н. Федоров Б. Г. Архив ИВП АН СССР, 1981.

Разработка и внедрение алгоритма имитационной модели функционирования Объединенной водохозяйственной системы Срединного региона. ИВП АН СССР, 1983.

Разработка методов управления режимов внутренних и окраинных морей. ИВП АН СССР, 1980.

Раппопорт В. В. и др. Система характеристик для социально-экономической оценки территориального перераспределения водных ресурсов с учетом природно-климатических условий. Сб. научн. тр. ВНИИГиМ, № 2, 1979,

Раппопорт В. В., Сергин С. Я. Оценка экономической значимости региональных гидроклиматических последствий межзонального перераспределения речного стока. В сб.: Влияние переброски стока на природные условия. ИГ АН СССР, М., 1982.

Раткович Д. Я. Моделирование взаимозависимых гидрологических рядов (на примерах притока к Аральскому и Азовскому морям). Водные ресурсы, № 1, 1977.

Раткович Д. Я. Проблемы южных морей. В сб.: Проблемы развития

водного хозяйства и защита окружающей среды. Труды Гидропроекта, вып. 54, М., 1977.

Раткович Д. Я. Азово-Каспийская проблема (настоящее и будущее). Проблемы биосферы, инф. бюллетень, № 7, М., 1980.

Рахимов Э. Д. Экономические проблемы интенсификации и научно-технического прогресса в хлопководстве Узбекистана, Ташкент, «ФАН» УзССР, 1982.

Рачинский А. А. Теоретические принципы и экспериментальное обоснование мелиоративных комплексов для орошаемых районов аридной зоны. Ташкент, САНИИРИ, 1968.

Региональный географический прогноз. Вып. 2. Современное состояние и основные тенденции изменения природной среды. Западная Сибирь. М., изд-во МГУ, 1980.

Рекомендации по срокам осуществления допустимых объемов переброс часть стока рек севера на южный склон страны, с учетом влияния перераспределения на экологические, физико-географические, социально-экономические процессы. ИВП АН СССР, М., 1981.

Роговская Н. В., Батыршин М. М. Оптимизация гидрогеологических исследований в связи с задачами прогноза воздействия региональных переброс поверхностного стока (на примере бассейна Каракумского канала). В кн.: Формирование подземных вод как основа гидрогеологических прогнозов. Т. I, М., 1982.

Румянцев А. М. Социальные и экономические проблемы современности. М., Наука.

Сакс В. Н., Широков В. М., Яншин А. Л. Задачи научных исследований в Сибири при разработке вопросов переброски части стока рек в Среднюю Азию. В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Наука, СО, Н., 1975.

Сакс В. Н. Задачи сибирских ученых в исследованиях по проблеме перераспределения стока рек в Сибири. В кн.: Влияние перераспределения стока вод на природные условия Сибири. Наука, СО, Н., 1980.

Саруханов Г. Л. Переброска стока северных рек. Труды Гидропроекта, сб. 16, 1969.

Саруханов Г. Л. Переброска стока северных рек в Волгу. Речной транспорт, № 7, 1975.

Сборник научных трудов Гидропроекта. Вопросы охраны окружающей среды в практике гидротехнического проектирования. М., 1979.

Сванидзе Г. Г. Основы расчета регулирования речного стока методом Монте-Карло. Тбилиси, Мецниереба, 1964.

Сергин С. Я. К целесообразности переброски сибирских вод в Среднюю Азию. Там же.

Сергин С. Я. Региональные гидроклиматические последствия межзонального перераспределения речного стока. В сб.: Влияние переброски стока на аридные условия. ИГ АН СССР, М., 1982.

Слядnев А. П. Проблема рационального использования ресурсов атмосферного увлажнения в зерновом хозяйстве средней части Срединного региона. Там же.

Совещание по оценке влияния переброски речного стока на природу и окружающую среду Европейской части СССР, Сыктывкар, 11—13 июля, 1978. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 3, 1979.

Современный и будущий баланс Аральского моря. Тр. НИУГМС, серия IV, вып. 39, 1946.

Сопоставление каналов Средней Азии и южной части трассы переброски сибирских вод. (Граве М. К., Клюканова И. А., Костюченко В. П. и др.) Водные ресурсы, № 1, 1982.

Сочава В. Б. О перспективах использования водных ресурсов Обь-Иртышской тайги. В кн.: Влияние перераспределения стока рек бассейна Оби на природу тайги Срединного региона. Иркутск, 1975.

Стежинская И. Н. Сезонный сток Западно-Сибирской равнины. Гидрометеоиздат, Л., 1971.

Стекольников М. А. Основы водного хозяйства СССР. Стандратизация и рационализация, Л.— М., 1933.

Стекольников М. А. Водные ресурсы Средней Азии и Казахстана. Стандартизация и рационализация, Л.— М., 1934.

Степанов И. Н., Озерова Е. Н. Возможные изменения природно-мелиоративных условий Срединного региона СССР в связи с переброской части стока сибирских рек на юг страны. В кн.: Природно-мелиоративная характеристика Средней Азии и Казахстана. Пущино, 1976.

Степанов И. Н., Чембарисов Э. И. Прогноз возможного засоления почв в результате орошения территорий вдоль проектируемой трассы Главного канала переброски. В сб.: Влияние переброски стока на природные условия. ИГ АН СССР, М., 1982.

Столберг Ф. В., Анищенко Л. Я. Принципы построения системы водоохранных мероприятий при межбассейновой переброске стока. Мат. 6-го Всесоюзного симпозиума по современным проблемам самоочищения водоемов и регулированию качества воды. Таллин, 1979. Секц. 3 Регулирование качества воды, включая проблемы переброски стока р. Невы. Таллин, 1979.

Субботин А. И. Судьба малых рек. Природа, № 10, 1981.

Схема бассейна Аральского моря, Средазгипроводхлопок, 1972.

Схема комплексного использования водных ресурсов бассейна р. Сырдарьи. Средазгипроводхлопок, 1979.

Схема комплексного использования водных ресурсов Верхней Оби и Иртыша (на территории Казахской ССР). Казгипроводхоз, 1980.

Схемы комплексного использования земельно-водных ресурсов Узбекской ССР (Амударья и Сырдарья). Проблемы использования земельно-водных ресурсов УзССР. ФАН УзССР, 1969. Авторы Бостанджогло А. А., Бахтияров Р. И., Аношкин Г. К., Якушевич В. Ф., Серебрянникова Г. К., Бейлинсон М. Е.

Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов Средней Азии, Узбекистана, Туркмении, Таджикистана, Киргизии на период до 2000 г. СОАГидропроект, Ташкент, 1970. (Боровец С. А., Бостанджогло А. А., Корнаков Т. И., Рухалис И. М.).

Схема комплексного использования и охраны водных и связанных с ними земельных ресурсов рек Оби и Иртыша. Союзгипроводхоз, 1981.

Схема мероприятий по снижению минерализации воды в нижнем течении рр. Амударьи и Сырдарьи. Средазгипроводхлопок. 1978.

Схема развития мелиорации и водного хозяйства СССР на период до 2000 г. В/О «Союзводпроект», 1983.

Схема Сырдарьи. Средазгипроводхлопок, 1979.

Тезисы докладов конференции Гидрологические исследования и водное хозяйство в бассейне реки Москвы (включая канал им. Москвы и Вазузскую гидротехническую систему). М., изд. МФГО, 1983.

Территориальное перераспределение речного стока и научные задачи. Воропаев Г. В., Сафронова Н. И., Степанова М. И., Шаблевская В. А. В кн.: Проблемы развития водного хозяйства СССР. М., 1981.

Технико-экономический доклад Долговременная программа развития мелиорации земель и повышение эффективности орошаемых и осушенных земель. Минводхоз СССР, 1983, ДСП.

Технико-экономический доклад о перспективах развития мелиорации земель на 10—15 лет, очередность проведения этих работ в различных зонах страны, развитии сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях, регулировании и перераспределении стока рек и о комплексном использовании водных ресурсов страны, исходя из интересов развития сельского хозяйства и других отраслей народного хозяйства. Минводхоз СССР. Союзводпроект, 1969.

Технико-экономическое обоснование 1-ой очереди переброски стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан. Союзгипроводхоз, 1980.

То же. Дополнительные материалы. Водохозяйственные расчеты и балансы. Союзгипроводхоз, 1981.

Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., Экономика, 1969.

ТЭО I очереди переброски стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан. Союзгипроводхоз, 1980.

То же дополнительные материалы. Водохозяйственные расчеты и балансы. Союзгипроводхоз, 1982.

Тютеньков С. К., Воробьева Н. Б. Прогноз использования перебрасываемых сибирских вод в рыбохозяйственных целях. В кн.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. А.—А., 1980.

Уточнение прогноза качества воды по трассе канала Иртыш-Средняя Азия в условиях переброски части стока сибирских рек в бассейн Аральского моря и измененного варианта водозабора. (ВНИИ ВОДГЕО). Отчет.

Фащевский Б. В. Обоснование некоторых принципов переброски части стока с северного на южный склон страны. В сб.: Влияние переброски стока на природные условия. ИГ АН СССР, М., 1982.

Федоренко Н. П. О разработке системы оптимального функционирования экономики. М., Наука, 1968.

Федоренко Н. П. Оптимизация экономики. Некоторые вопросы использования экономико-математических методов в народном хозяйстве. М., Наука, 1977.

Федоренко Н. П., Шаталин С., Львов Д., Петраков Н. Теория и практика оценки эффективности хозяйственных мероприятий. Вопросы экономики, № 11, 1983.

Фиалковский П. Г. О единой водохозяйственной системе. Гидротехника и мелиорация, № 1, 1976.

Хамраев Н. Р. Комплексный метод управления орошением и хозяйственным освоением крупных территорий в аридной зоне. Диссертация на соискание ученой степени доктора технич. наук. 1982. „

Хачатуров Т. С., Лойтер М. Н. Эффективность капитальных вложений и экономическая оценка водных ресурсов. Водные ресурсы, № 1, 1973.

Хачатуров Т. С. Эффективность капитальных вложений. М., Мысль, 1979.

Ходжибаев Н. Н. Прогноз изменения гидрогеолого-мелиоративных условий территории Средней Азии, затрагиваемых межбассейновыми переброскими рек. Международный геологический конгресс, XXV сессия, М., 1976.

Цинзерлинг В. В. Орошение в бассейне р. Амударьи. Краткий отчет об изысканиях, 1910—1917.

Черненко И. М. Переброска части стока сибирских рек на юг и оптимальные условия сохранения Арала. Проблемы освоения пустынь, № 6, 1972.

Чокин Ш. Ч., Калачев Н. С. Реки Сибири потекут в Казахстан и Среднюю Азию. А.— А., 1974.

Чокин Ш. Ч. Проблемы водного благоустройства Срединного региона СССР. Водные ресурсы, № 6, 1974.

Шарапов В. А. Охрана окружающей среды при создании и эксплуатации водохранилищ. В сб.: Науч. труды Гидропроекта (вопросы охраны окружающей среды в практике гидротехнического проектирования). М., 1979.

Шикломанов И. А. Антропогенные изменения водности рек. Л., Гидрометеоиздат, 1979.

Шикломанов И. А. Проблемы учета и прогноза влияния хозяйственной деятельности на гидрологический режим. В кн.: Проблемы современной гидрологии. М., Гидрометеоиздат, 1983.

Шимельмиц И. Я., Исмайылов Г. Х., Федоров В. М. Методические основы водохозяйственного районирования. Водные ресурсы, № 1, 1975.

Шимельмиц И. Я., Бостанджогло А. А., Грин Г. Б., Ауце Д. А. Некоторые аспекты проблемы изъятия стока сибирских рек для водообеспечения Средней Азии и Казахстана. Влияние перераспределения стока рек бассейна Оби на природу тайги Срединного региона. СО АН СССР, Иркутск, 1976.

Широков В. М. Изменение природных условий в Западной Сибири после переброски стока сибирских рек в Среднюю Азию. В кн.: Влияние перераспределения стока вод на природные условия Сибири. Наука, СО, Н., 1980.

Шнипер Р. И. Региональные предплановые исследования (Экономический аспект). Наука, СО, Н., 1978.

Шульц В. Л. Реки Средней Азии. М., 1949.

Шульц В. Л. Реки Средней Азии. Л., Гидрометеоиздат, 1965.

Шульц В. Л., Шалатова Л. И. Водный баланс Аральского моря. Научные труды ТашГУ, вып. 269. Ташкент, 1964.

Экономические проблемы рационального природопользования и охраны окружающей среды. Под ред. академ. Хачатурова Т. С. М., изд. МГУ, 1982.

Эльпинер Л. И. Медико-биологические аспекты проблемы переброски части речного стока в Срединном регионе. В кн.: Материалы Всесоюзного совещания по рассмотрению комплексной программы экономического и социального развития Срединного региона в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов. ИВП АН СССР. 1983.

Якушко О. Я. Озероведение. География озер Белоруссии. Изд. 2-е, Минск, Высшая школа, 1981.

Яншин А. Л., Вострякова Н. В., Кусковский В. С., Савкин В. М. Территориальное перераспределение водных ресурсов и его влияние на природные условия Западной Сибири. Проблемы биосферы, инф. бюллетень, № 7, М., 1980.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава 1. Исследования по проблеме водообеспечения страны и территориальному перераспределению водных ресурсов. 7

Глава 2. Исследование развития и закономерностей функционирования водохозяйственной системы Срединного региона. 42

Глава 3. Исследования водохозяйственных балансов основных речных бассейнов Срединного региона. 97

Глава 4. Инженерные решения технико-экономического обоснования переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана. 175

Глава 5. Исследования и прогноз влияния переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана на природные условия. 238

Глава 6. Исследования социально-экономической оценки переброски части стока сибирских рек в районы Западной Сибири, Урала, Средней Азии и Казахстана. 287

Заключение 338

Литература 355

Григорий Васильевич Воропаев
Анатолий Аркадьевич Бостанджогло

Проблема
изъятия, переброски и распределения
части стока Сибирских рек
для районов Западной Сибири, Урала,
Средней Азии и Казахстана

Утверждено к печати Институтом водных проблем АН СССР

Технические редакторы *Т. Н. Нестеренко, А. А. Тушкин*

Подписано в печать 14.02.1984 г. Заказ № 055 Формат бумаги 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 20. Тираж 500 экз. Цена 2 руб.

Институт водных проблем АН СССР.
103064, Москва К-64, улица Садовая-Черногрязская, 13/3

Типография НИИмаш, г. Щербинка

Замеченные опечатки

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
20	10-я снизу	координуремой	координируемой
31	8-я снизу	это	эта
46	4-я снизу	место	места
47	Перечень к рис. 2.2	20.6.в	20.7.в
62	10-я сверху	7.14 км*	7.14 км³ *
70	4-я сверху	имеющие	имеющиеся
77	3-я снизу	объеме	бьефе
90	1-я сверху	Карасойского	Корайсорского
115	8-я сверху	в том числе КНР	—
117	10-я снизу	Гарантированные летние	Гарантированные
155	7-я сверху	мк³	км³
157	1-я сверху	3.31	3.30
161	1-я сверху	3.21	3.31
165	10-я сверху	3.35	3.34
166	10-я снизу	3.37	3.36
176	4-я снизу	V б	IV б
186	9-я сверху	участко	участок
189	13-я сверху	вариантоной	вариантной
194	23-я снизу	15%	15% форсировки расхода.
201	11-я снизу	Пушта».	—
213	5-я снизу	ЭКГ-4,6б	ЭКГ-4,6Б
214	13-я сверху	25 м³ 21%	25 м³ — 21 %
220	2-я сверху	оГс —	Гос-
232	21-я сверху	на всей	не на всей
238	13-я сверху	руска х	руслах
241	19-я снизу	27,5	27,2
241	16-я снизу	наносимы	наносимых
246	4-я сверху	рис. 5.7;	рис. 5.1,
251	1-я сверху	рис. 4 и 5	рис. 5.3 и 5.4
293	9-я снизу	ее	его
322	1-я сверху	Непроизводительное	Непроизводственное
331	6-я сверху	руб.**	руб.*
333	5-я сверху	изважнейших	из важнейших
335	11-я снизу	так	так и решениям
346	18-я сверху	Карасойского	Корайсорского
349	16-я сверху	оценивается	оцениваются

114 Дополнительное пояснение к рис. 3.1:

Гарантированные расходы обеспеченностью не ниже 90%, м³/с.

Условные обозначения на рис.	Омск, V—X м-цы	Шульба, XI—IV м-цы
1	550	450
2	500	400
3	450	320

Зак. 055