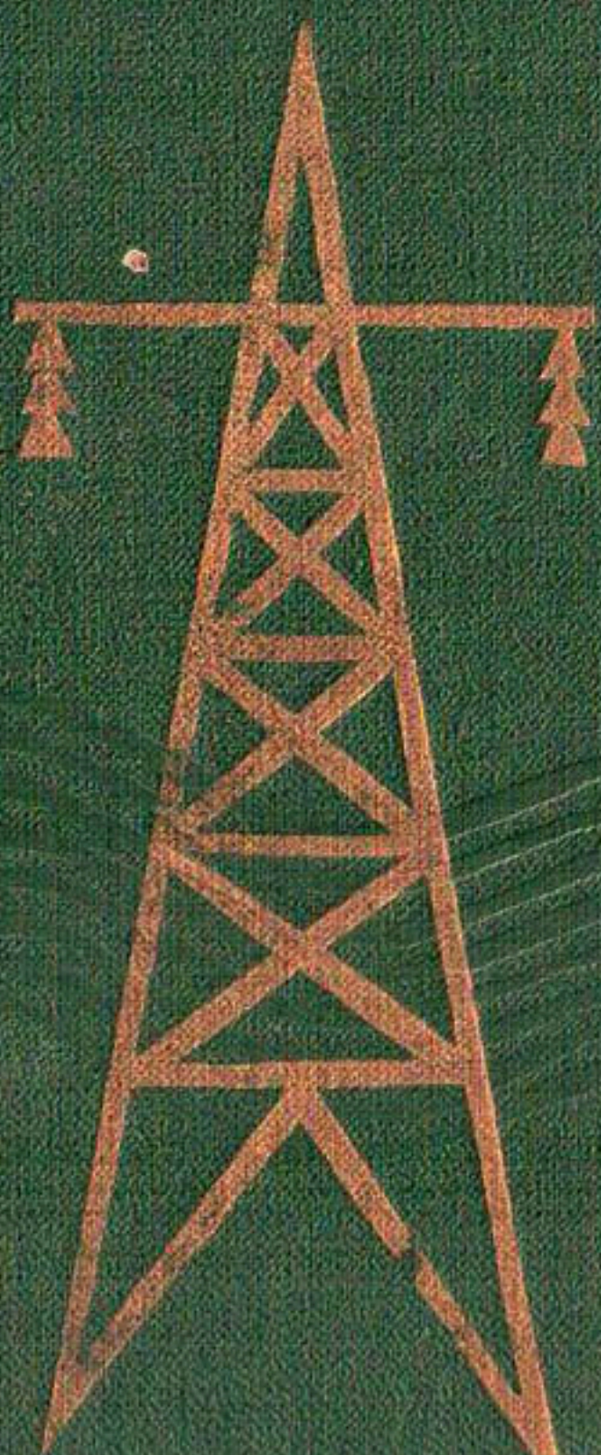
Ш. ЧОКИН

ЭНЕРГЕТИКА И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО КАЗАХСТАНА



Ш. ЧОКИН

ЭНЕРГЕТИКА И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО КАЗАХСТАНА

(НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ)

ИЗДАТЕЛЬСТВО „КАЗАХСТАН" ● АЛМА-АТА—1975

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

**6П2 Каз.
Ч—75**

Чокин Ш. Ч.

Энергетика и водное хозяйство Казахстана. Алма-Ата, «Казахстан», 1975.

304 с.

Монография посвящена научно-техническому прогнозу развития энергетики и водного хозяйства на обозримую перспективу. Исходя из основных союзных тенденций технического прогресса и природно-экономических предпосылок Казахстана, автор рассматривает также водоземельные ресурсы и связанные с этим проблемы переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию.

Книга рассчитана на широкие круги инженерно-технических, планово-экономических и партийно-советских работников, связанных с решением проблемы энергетического и водного хозяйства, а также может служить пособием для студентов и аспирантов соответствующих профилей.

ч $\frac{30301—144}{401(07)—75}$ 107—75

© Издательство «Казахстан», 1975

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемая вниманию читателя монография академика АН КазССР Ш. Ч. Чокина «Энергетика и водное хозяйство Казахстана» посвящена двум важнейшим для всего перспективного развития республики проблемам: рациональному использованию ее богатых топливно-энергетических ресурсов и организации комплексного водоснабжения всех отраслей народного хозяйства.

Хорошо известно, что энерго- и водообеспечение в период бурного роста производительных сил являются в значительной мере ключевыми и определяющими факторами как в масштабах, так и темпах развития экономики любой страны. Исключительные природные богатства Казахстана — его подчас уникальные минерально-сырьевые ресурсы, огромные фонды плодородных земель, благоприятные климатические условия — создают весьма широкие предпосылки для дальнейшего значительного развития промышленности и сельского хозяйства республики, заостряя необходимость рационального и бесперебойного обеспечения ее народного хозяйства всеми видами энергии и водой.

При этом следует подчеркнуть, что как специфика энергетических ресурсов Казахстана, представленных в основном его угольными месторождениями, расположенными в северной части республики, так и в значительной мере напряженный баланс водных ресурсов определяют известного рода сложность в решении этих двух проблем и предопределяют необходимость рассмотрения их в тесной взаимоувязке с решением этих же задач в смежных районах Российской Федерации и среднеазиатских республик.

Необходимо также учитывать, что оптимизация топливно-энергетического хозяйства Казахстана представляет собой важный элемент в системе ТЭБ всего Союза и должна проводиться в рамках последней.

Изучению специфики рационального развития энергетики и водного хозяйства Казахстана и их связи с общим развитием энергетического и водного хозяйства СССР в целом Ш. Ч. Чокин и коллектив руководимого им Казахского научно-исследовательского института энергетики посвятили много работ и исследований, получивших широкое признание среди советских энергетиков и специалистов водного хозяйства.

Настоящая монография в известной мере подводит итог работы за тридцать лет и дает исчерпывающую характеристику исторических этапов развития этих отраслей в прошлом и намечает, с нашей точки зрения, в достаточной мере обоснованные и интересные перспективы их развития на обозримую перспективу. Поэтому можно считать, что настоящая работа представляет значительный интерес для широкого круга читателей — экономистов, энергетиков, водохозяйственников как Казахской ССР, так и смежных братских республик.

Академик-секретарь
Отделения физико-технических проблем
энергетики АН СССР
академик *М. А. СТЫРИКОВИЧ*

ВВЕДЕНИЕ

В росте экономического потенциала СССР и во всесоюзном разделении труда Казахстан имеет особо важное, а по ряду позиций решающее значение. В настоящее время значительная часть производимых в стране основных видов продукции тяжелой индустрии и сельского хозяйства приходится на долю нашей республики. По прогнозным данным, такая роль Казахстана в стране сохранится и впредь. Этому способствует наличие в республике богатейших минерально-сырьевых ресурсов черной и цветной металлургии, химической и топливной промышленности, а также огромные земельные фонды. Кроме того, как показывают исследования экономистов, производство материальных ценностей в Казахстане на базе его сырьевых ресурсов более экономично, чем в Сибири, располагающей также большими минеральными богатствами.

Современное индустриальное развитие немыслимо без крупной энергетической базы. Для создания таковой в республике имеются большие возможности, она располагает огромными запасами энергоресурсов, достаточных не только для покрытия потребности народного хозяйства республики в электроэнергии на весь обозримый период, но и для передачи ее в большом количестве в другие районы Советского Союза.

Таким образом, в республике в целом имеются все объективные предпосылки для самого широкого развития всех видов тяжелой, в частности энергоемкой промышленности, что в свою очередь обусловливает соответствующие масштабы и темпы развития энергетики.

Почти единственным сдерживающим фактором развития всех отраслей народного хозяйства Казахстана является вода; ее ресурсы крайне недостаточны. Особенно бедны водой районы, наиболее богатые минерально-сырьевыми, энер-

гетическими и земельными ресурсами. Поэтому водообеспечение народного хозяйства — одна из важнейших проблем республики.

Как показывает анализ хода развития народного хозяйства за прошедший период и прогноз его показателей в обозримой перспективе, ключевой позицией и основным стержнем экономики Казахстана были и остаются энергетика и водное хозяйство. От правильного развития этих отраслей во многом зависит уровень развития производительных сил и масштабы экономического потенциала республики. В связи с этим всестороннее рассмотрение и определение оптимального пути развития энергетики и водного хозяйства республики и технического прогресса в них в обозримой перспективе представляют вопрос большой государственной важности.

Разработка стратегических вопросов и долгосрочного прогноза развития народного хозяйства и оценка наиболее перспективных направлений технического прогресса в нем признана XXIV съездом КПСС важнейшей хозяйственно-политической задачей. В решении этого вопроса большая роль принадлежит научным учреждениям. ЦК КПСС и Совет Министров СССР в постановлении «О мероприятиях по повышению эффективности работы научных организаций и ускорению использования в народном хозяйстве достижений науки и техники» еще в 1968 г. указали: «Признать необходимым, чтобы по важнейшим проблемам развития народного хозяйства и отдельных его отраслей впредь разрабатывались научно-технические прогнозы на длительный период (на 10—15 и более лет), которые должны являться базой для выбора наиболее перспективных направлений технического прогресса и эффективных путей развития народного хозяйства и отдельных его отраслей».

В соответствии с этим постановлением партии и правительства в научных учреждениях страны были развернуты исследовательские работы в указанном направлении. Таковые в области энергетики и водного хозяйства Казахстана стали предметом разработок КазНИИЭ. Некоторые результаты этих исследований, выполненных под руководством и при непосредственном участии автора, обобщены и изложены в данной книге.

Автор не претендует на полноту освещения всех аспектов рассматриваемых проблем и бесспорность его позиции по затронутым вопросам. Это тем более так, если учесть, что наше воззрение в целом исходит из сегодняшнего уров-

ня исследовательской и проектной разработанности указанных проблем и технического прогресса в энергетике и водном хозяйстве страны. Последующие более полные разработки, разумеется, внесут определенные коррективы в настоящие выводы и обобщения. Тем не менее материалы и предложения, изложенные в книге, могут быть использованы при разработке и практическом решении стратегических и тактических вопросов развития энергетики и водообеспечения народного хозяйства республики как на современном этапе, так и на обозримую перспективу.

Автор будет удовлетворен, если настоящий скромный труд принесет пользу в решении поставленных партией задач по созданию материально-технической базы коммунизма.

За ценные критические замечания и советы по рукописи монографии выражаю искреннюю благодарность члену-корреспонденту АН КазССР доктору технических наук, профессору А. Б. Резнякову, докторам технических наук Н. С. Калачеву, В. А. Киктенко и Е. О. Штейнгаузу.

В сборе некоторой информации и в подготовке рукописи к печати автору оказали помощь сотрудники КазНИИ энергетики И. М. Мальковский, З. Янтижанов, Н. П. Пушкина, В. П. Мельникова, которым автор также выражает свою благодарность.

ГЛАВА I

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ — ОСНОВА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

ЛЕНИНСКОЕ УЧЕНИЕ О РОЛИ ЭНЕРГЕТИКИ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ПРОГРЕССЕ

Уже К. Маркс и Ф. Энгельс указывали на революционизирующую роль электричества, хотя в то время применение электрической энергии только начиналось. Они предвидели, что электрификация приведет к революционному перевороту не только в технике, но и в развитии всего общества, что электричество — это величайший «революционер», обусловливающий крушение старого, капиталистического и создание нового, социалистического общественного строя. Еще в 1882 г., когда были проведены только первые опыты по передаче электроэнергии на расстояние, в своем письме к Бернштейну Ф. Энгельс указывал, что благодаря электрификации «производительные силы настолько возрастут, что управление ими будет не под силу буржуазии».

Ленинское учение об энергетике как базе технического прогресса начало складываться еще в конце прошлого века. Внимательно изучая опубликованные в то время результаты опытов по использованию электроэнергии в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве и быту, Владимир Ильич пришел к выводу о том, что электрическая энергия призвана сыграть преобразующую роль в развитии производительных сил человеческого общества. Об этом свидетельствуют многие уже первые его статьи и книги конца XIX столетия. Притом его высказывания касались не только общественно-политического значения электрификации: в ряде работ встречаются суждения о целесообразных технических направлениях развития электроэнергетики, которые имеют непреходящее значение и сейчас. В то время, как даже специалисты смутно представляли себе будущее этой отрасли техники, В. И. Ленин уже давал в своих заметках весьма интересные в инженерном отношении прогнозы. Так, например, еще в 1905 г. он высказал необходимость концентрации производства электроэнергии и отметил, что

в следующем поколении все необходимое для страны электричество будет вырабатываться у входа в шахты и передаваться по воздушным магистралям на немыслимые расстояния. Этот поистине замечательный инженерный прогноз является в настоящее время основным направлением развития электроэнергетики.

В своих работах «Развитие капитализма в России», «Капитализм в сельском хозяйстве», «Аграрный вопрос», «Критики Маркса» В. И. Ленин определил электрификацию как основу индустриализации. Говоря об электрификации сельского хозяйства, он утверждал, что проблема создания системы сельскохозяйственных машин, т. е. комплексная механизация сельского хозяйства, может быть радикально решена лишь на основе электрификации. Более того, в решении проблемы передачи электроэнергии на большие расстояния Владимир Ильич видел техническую основу для устранения противоположности между городом и деревней. Жизнь блестяще подтвердила высказывания, сделанные В. И Лениным более 70 лет тому назад.

В. И. Ленин считал, что индустриализацию страны можно обеспечить только на основе электрификации. Это, в частности, видно из следующих высказываний. «Коммунизм предполагает Советскую власть, как политический орган, дающий возможность массе угнетенных вершить все дела,— без этого коммунизм немыслим...

...Этим обеспечена политическая сторона, но экономическая может быть обеспечена только тогда, когда действительно в русском пролетарском государстве будут сосредоточены все нити крупной промышленной машины, построенной на основах современной техники, а это значит — электрификация...»[1]

«...Только тогда, когда страна будет электрифицирована, когда под промышленность, сельское хозяйство и транспорт будет подведена техническая база современной крупной промышленности, только тогда мы победим окончательно»[2].

Развивая мысль об экономической основе социализма, В. И. Ленин неоднократно указывал, что она должна создаваться на базе передовой техники.

В связи с этим В. И. Ленин писал: «Единственной материальной основой социализма может быть крупная машин-

---

[1] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 42, стр. 30—31.
[2] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 42, стр. 159.

ная промышленность, способная реорганизовать и земледелие. Но этим общим положением нельзя ограничиться. Его необходимо конкретизировать. Соответствующая уровню новейшей техники и способная реорганизовать земледелие крупная промышленность есть электрификация всей страны»[1].

«Победу социализма над капитализмом, упрочение социализма можно считать обеспеченными лишь тогда, когда пролетарская государственная власть... реорганизует всю промышленность на началах крупного коллективного производства и новейшей (на электрификации всего хозяйства основанной) технической базы»[2].

Приведенные цитаты ясно показывают, что основным звеном в цепи задач технического прогресса В. И. Ленин считал электрификацию народного хозяйства.

В своей статье «О тезисах к аграрному вопросу Французской коммунистической партии» Владимир Ильич писал: «...что современная передовая техника настоятельно требует *электрификации всей страны — и ряда соседних стран* — по *одному* плану; что такая работа вполне осуществима в настоящее время: ... что, пока остается капитализм и частная собственность на средства производства, электрификация целой страны и ряда стран, во-первых, не может быть быстрой и планомерной; во-вторых, *не может быть* произведена *в пользу* рабочих и крестьян. При капитализме электрификация неминуемо поведет к усилению *гнета крупных банков* и над рабочими и *над крестьянами*»[3].

Из этого следует, что только при социализме электрификация может принести максимум пользы трудящимся, только при социализме она получит всестороннее развитие и планомерное внедрение. И в то же время В. И. Ленин подчеркивал, что единственной материально-технической основой социализма может быть только электрификация. *«Если* не электрификация, *все равно* неизбежен возврат к капитализму»[4],— писал он в плане брошюры «О продовольственном налоге».

Мысль о том, что электрификация станет основой не только экономического преобразования страны, но и важнейшим фактором культурной революции в городе и дерев-

---

[1] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 44, стр. 9.
[2] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 41, стр. 179.
[3] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 44, стр. 280.
[4] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 43, стр. 382.

не, проходит красной нитью в ряде работ В. И. Ленина, где он указывает, что электрификация может сделать культурные сокровища, сосредоточенные в больших городах, доступными всему народу и позволит покончить с «идиотизмом деревенской жизни».

Еще до революции В. И. Ленин мечтал о том времени, когда «электрическое освещение и электрическое отопление каждого дома избавят миллионы «домашних рабынь» от необходимости убивать три четверти жизни в смрадной кухне»[1].

Таким образом, Владимир Ильич вскрыл объективную закономерность технического прогресса на основе электрификации, показал ее значение в развитии общества от капитализма к коммунизму, сжато, но с предельной ясностью сформулировал следующие основные положения учения об электрификации:

1. Электрификация является основой технического прогресса, что объясняется преимуществами электроэнергии перед другими видами энергии.

2. В капиталистическом обществе электрификация приводит к бурному росту производительных сил, которые приходят в непримиримое противоречие с частнокапиталистическим способом производства.

3. Электрификация в условиях капитализма приводит к усилению эксплуатации трудящихся, к новым формам эксплуатации рабочих и крестьян.

4. Залогом быстрого и эффективного развития электрификации является плановое ведение хозяйства, что возможно только при социализме.

Гениальная ленинская формула «Коммунизм — это есть Советская власть плюс электрификация всей страны»[2] является не только обобщающей формулой его учения об электрификации, но и программой строительства коммунистического общества.

Когда после победы Великой Октябрьской революции перед партией встали практические задачи восстановления и развития народного хозяйства, она уже была вооружена ленинской теорией об индустриализации страны на базе электрификации. И партия во главе с В. И. Лениным смело приступила к великому экономическому преобразованию нашей Родины.

---

[1] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 23, стр. 94—95.
[2] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 42, стр. 159.

Уже буквально в первые дни Советской власти В. И. Ленин выдвинул идею единого, научно обоснованного государственного плана восстановления и развития народного хозяйства, изложенную в апреле 1918 г. в известном «Наброске плана научно-технических работ». В январе 1920 г., когда страна находилась еще в кольце вражеской блокады, в тисках невиданной хозяйственной разрухи, голода и эпидемий, В. И. Ленин поставил задачу подготовки научного плана электрификации страны. 23 января 1920 г. В. И. Ленин изложил в письме к Г. М. Кржижановскому основные направления и тезисы плана:

1. План должен быть государственным (политическим), способным служить заданием пролетариату и увлечь его ясной и яркой перспективой коммунистического строительства.

2. В основе плана должна лежать электрификация: «...Россию всю, и промышленную и земледельческую, сделаем *электрической*».

3. План должен предусматривать создание электроэнергетической базы за счет сооружения крупных районных «...*20—30* (30—50?) станций, чтобы всю страну усеять центрами на 400 (или 200, если не осилим больше) верст радиуса...»[1]

4. Новые электростанции должны базироваться на местных энергетических ресурсах: «... на торфе, на воде, на сланце, на угле, на нефти...»[2]

5. План должен предусматривать электрификацию всей страны «...примерно перебрать Россию всю, с грубым приближением...»[3]

6. К плану должна быть приложена карта с сетью электрических станций и кругами, характеризующими охват территории страны централизованным электроснабжением.

7. Ориентировочный срок, на который должен быть рассчитан план, 10—20 лет.

8. План должен быть разработан в кратчайший срок. «Его надо дать сейчас, чтобы наглядно, популярно, для массы увлечь ясной и яркой (вполне *научной* в основе) перспективой...»[4]

Благодаря повседневной поддержке В. И. Ленина огром-

---

[1] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 40, стр. 62—63.
[2] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 40, стр. 62.
[3] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 40, стр. 62.
[4] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 40, стр. 62.

ный труд по составлению плана ГОЭЛРО был завершен в короткий срок. «На мой взгляд, это — наша вторая программа партии»[1],— сказал Владимир Ильич на VIII съезде Советов.

План ГОЭЛРО воплотил в себе основные ленинские принципы электрификации.

1. Техническое перевооружение всех отраслей народного хозяйства на базе использования электрической энергии. Быстрый рост производительности труда на основе электрификации производственных процессов и коренного улучшения условий труда.

2. Обеспечение преимущественного роста тяжелой индустрии — основы развития всего народного хозяйства и укрепления обороноспособности страны.

3. Достижение опережающих темпов роста электроэнергетического хозяйства по сравнению с общими темпами роста промышленного производства.

4. Строительство крупных электрических станций на местном топливе и гидроресурсах для обеспечения электроэнергией целых районов.

5. Строительство высоковольтных линий электропередачи и объединение ими мощных электростанций для параллельной работы. Создание энергетических систем, объединяющих энергетическое хозяйство нескольких промышленных районов, а затем организация на основе этих межрайонных систем единой электроэнергетической системы страны.

6. Рациональное размещение производительных сил по территории всей страны. Наряду с укреплением электроэнергетической базы старых промышленных районов сооружение электростанций на окраинах страны, в ранее отсталых национальных районах, создание новых индустриальных центров.

Программой плана намечалось за 10—15 лет сооружение 30 крупных районных электростанций общей мощностью 1750 тыс. *квт*. Конечно, в наши дни масштабы плана представляются очень скромными. Достаточно сказать, что эта программа соответствует трем годам девятого пятилетнего плана развития энергетики только одной нашей республики. Но в то время это был очень большой скачок вперед, ибо фактически закладывался фундамент как теоретический, так и практический сегодняшней энергетики страны.

---

[1] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 42, стр. 157.

Не останавливаясь на огромном историческом значении ленинского плана ГОЭЛРО, напомним только, что это был первый план развития народного хозяйства нашей страны. «Никакого другого единого хозяйственного плана, кроме выработанного уже «Гоэлро», нет и быть не может»[1],— писал В. И. Ленин в статье «Об едином хозяйственном плане». А в письме к Г. М. Кржижановскому он подчеркнул «чего стоят все «планы» (и все «плановые комиссии» и «плановые программы») *без плана электрификации?* Ничего не стоят»[2].

Анализ развития энергетики и формирование топливно-энергетического хозяйства нашей страны показывает, что исходные предпосылки плана ГОЭЛРО в целом остаются фундаментальными основами и дальнейшего роста энергетики Советского Союза в генеральной перспективе.

Как далеко мог видеть Ленин, раздвинув завесу времени, мы можем заключить из того огромного значения, какое имеет электрификация страны для нашего времени в построении коммунистического общества. С каждым годом роль электрификации растет, и электроэнергия все больше и больше проникает во все стороны нашей хозяйственной и культурной жизни. Наши успехи в развитии промышленности и сельского хозяйства, как никогда, зависят от дальнейшего расширения электрификации.

Главным направлением и основной задачей технического прогресса на сегодня во всех отраслях народного хозяйства является всемерная интенсификация производственных процессов путем их полной (комплексной) механизации и автоматизации. Дальнейший технический прогресс в крупном масштабе требует:

а) перехода к высшей стадии автоматизации — полной комплексной автоматизации управления производственными процессами при помощи электронных управляющих (кибернетических) машин;

б) создания новых материалов — высокопрочных и высокостойких при химически агрессивной среде и высоких температурах, а также обладающих свойствами, способными удовлетворить качественно растущие запросы промышленности и техники.

в) развития принципиально новых областей техники, таких, как ядерная, электронная, лазерная, плазменная и др., которые обусловливают бурную революцию во всех

---

[1] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 42, стр. 345.
[2] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 52, стр. 1.

отраслях народного хозяйства в первую очередь за счет коренной интенсификации и повышения эффективности общественного производства.

Реальное осуществление указанных здесь важнейших направлений технического прогресса в народном хозяйстве и интенсификация производственного процесса возможны только при широком внедрении электроэнергии во все его звенья и высоком уровне энерговооруженности труда.

Электроэнергия наряду с широким применением в силовых процессах все больше и больше проникает и в технологию. Электрометаллургия, электрохимия, электронагрев, электросварка, электросушка, электроискровая обработка металлов, электрогидравлическое разрушение горных пород — вот далеко не полный перечень электротехнологических процессов, удельный вес которых с каждым годом растет и в настоящее время составляет около 30% в энергетическом балансе промышленности.

Ленин всегда уделял особое внимание электрификации сельского хозяйства, рассматривая ее как единственно правильный путь реорганизации его в крупное машинное производство. И действительно, она таит в себе огромные неисчерпаемые резервы: это комплексная механизация производственных процессов, это электронагрев, электрооблучение, электросушка и другие, которые при массовом применении вызовут неизмеримый подъем производительности труда. Потребление электроэнергии в сельском хозяйстве у нас растет даже быстрее, чем в промышленности. Так, за 1961—1970 гг. потребление электроэнергии в промышленности и строительстве возросло в 2,3 раза, а в сельском хозяйстве (включая коммунально-бытовые нужды сельского населения) — в 3,1 раза. Эти показатели за девятое пятилетие соответственно составляют 1,4 и 1,9 против уровня 1970 г.

Ленинское положение о том, что электрификация устраняет противоположность между городом и деревней, особенно сильно проявляется в период развитого социализма.

Коммунизм — это общество, в котором будет обеспечен самый высокий уровень жизни народа. Особое место при этом принадлежит электрификации быта и коммунального хозяйства. Потребление электроэнергии на коммунально-бытовые нужды трудящихся городов из года в год стремительно растет. В 1970 г. оно возросло в 2,6 раза против уровня 1960 г., а в течение 1971—1975 гг.— в 1,53 раза против уровня 1970 г.

ВОПЛОЩЕНИЕ В ЖИЗНЬ ЛЕНИНСКИХ ИДЕЙ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СТРАНЫ

Если раньше, на заре Советского государства, представители буржуазии позволяли себе смеяться над нашими планами и даже такой известный писатель-фантаст, как Герберт Уэллс, считал план ГОЭЛРО несбыточной фантазией и в своей книге «Россия во мгле» назвал В. И. Ленина «кремлевским мечтателем», верившим «в электрическую утопию», то теперь капиталисты поняли и воочию убедились, какие огромные возможности имеет свободный народ для электрификации своей страны. В этом отношении небезынтересно признание делегации американского сената, приехавшей в 1959 г. в СССР для ознакомления со строительством у нас гидроэлектростанций. Они вынуждены были признать, что не могут позволить себе беспечно относиться к советской программе производства электроэнергии и возможному влиянию этой программы на международные дела; что энергетическая программа, в конечном счете, может даже иметь бóльшее значение, чем программа в области производства ракет и исследования космоса, ибо электроэнергия составляет основу промышленной мощи современного государства.

Мощность электростанций Советского Союза в 1975 г. составит около 230 млн. *квт*, а производство электроэнергии превысит триллион *квт · ч*, Какой огромный скачок вперед, несмотря на тягчайшие годы войны! Если в 1920 г., когда создавался план ГОЭЛРО, Советский Союз стоял по производству электроэнергии на уровне самых отсталых стран (0,5 млрд. *квт · ч*), то ныне, опередив почти все передовые страны мира, он занял второе место после США.

По своему техническому уровню советская энергетика также является одной из наиболее передовых.

У нас построены и успешно работают крупнейшие в мире гидроэлектростанции: Волжские ГЭС — 2,3 млн. *квт* (им. В. И. Ленина — Куйбышевская) и 2,54 млн. *квт* (им. XXII съезда КПСС — Волгоградская), Братская на р. Ангаре — 4,1 млн. *квт*, Красноярская на р. Енисее — 6 млн. *квт*. Успешно строятся: самая крупная в мире Саяно-Шушенская ГЭС на р. Енисее — 6,4 млн. *квт*, Усть-Илимская на р. Ангаре — 4,0 млн. *квт*, Нурекская в Таджикистане — 2,7 млн. *квт*, Токтогульская в Киргизии — 1,2 млн. *квт*.

Для сравнения укажем, что крупнейшие ГЭС США Боудер-Дем — 1,2 млн. *квт* и Гренд-Кули — 1,8 млн. *квт*.

В развитии тепловых электростанций мира наиболее прогрессивным направлением является концентрация мощностей и укрупнение единичных мощностей агрегатов. В этом направлении в СССР имеются очень крупные успехи. Достаточно отметить, что на начало 1974 г. на государственных районных электрических станциях (ГРЭС) уже было установлено 313 энергоблоков, из которых 116 по 300 тыс. *квт*, 106 по 200 тыс. *квт* и 85 по 150—160 тыс. *квт* — суммарной мощностью 69,2 млн. *квт*, т. е. около 44% всей мощности тепловых электростанций (ТЭС). Для оценки темпов их роста достаточно указать, что в 1960 г. на ТЭС работали всего 8 энергоблоков по 150—160 тыс. *квт* и 1 — мощностью 200 тыс. *квт*, суммарная мощность которых составляла 1,44 млн. *квт*, или 2,8% от общей мощности тепловых электростанций страны.

Удельный вес агрегатов, работающих на сверхмощных и сверхкритических параметрах пара (240 *ата* и 656°С), по электростанциям общего пользования составил 23,8% от суммарной мощности ТЭС против 3,9% в 1965 г.

В настоящее время около 90% вводимых мощностей на тепловых электростанциях генерируется агрегатами 100—800 *Мвт*, работающими на сверхвысоких и сверхкритических параметрах пара. В 1974 г. на Ленинградской АЭС введен в действие реактор мощностью 1 млн. *квт*.

Начата установка энергоблоков 1200 *Мвт* и котлов производительностью до 2500 тонн в час. Примерно в 2 раза укрупнится единичная мощность агрегатов теплоэлектроцентралей и достигнет 250 *Мвт*. Увеличивается единичная мощность газовых турбин с 25 *Мвт* до 100 *Мвт*. На Красноярской гидроэлектростанции уже установлены гидроагрегаты мощностью в 500 *Мвт*. Такими и более мощными агрегатами оборудуются и другие ГЭС на реках Сибири.

Быстрыми темпами идет и укрупнение мощностей электростанций. В 1960 г. эксплуатировалось лишь несколько ГРЭС мощностью по 600—700 тыс. *квт*, а в 1973 г.— уже 37 ГРЭС мощностью по 1 млн. *квт* и более. Из них 6 ГРЭС — по 2,4 и 1 ГРЭС — 3 млн. *квт*.

В девятой пятилетке продолжалась дальнейшая концентрация мощностей на отдельных электростанциях. Строятся уже тепловые электростанции с единичной мощностью 4,0 млн. *квт* против 2,4 млн. *квт* в 1970 г. Суммарная установленная мощность всех электростанций в 1,0 млн. *квт* и выше уже составляет около 45% от общей мощности электростанций страны.

Практическое применение получают ЛЭП 750 *кв*, что позволит по сравнению с ЛЭП 500 *кв* увеличить передаваемую мощность и дальность передачи электроэнергии в 2,5 раза. В настоящее время ведутся большие исследовательские, конструкторские и проектные работы по созданию и практическому освоению ЛЭП 1500 тыс. вольт постоянного тока и 1150 тыс. вольт переменного тока.

Как вспоминает Г. М. Кржижановский, Владимир Ильич в беседах с ним не раз сетовал, что передача электрической энергии ограничивалась всего лишь 200 *км*. Он требовал быстрее преодолеть этот предел и интересовался, возможно ли управлять распределением электроэнергии на большие расстояния из единого центра. В СССР этот предел уже давно преодолен. Еще в 1959 г. у нас впервые в мире созданы мощные линии электропередачи (ЛЭП) Куйбышев — Москва и Волгоград — Москва длиною по 1000 *км*, напряжением 500 тыс. вольт. В Америке первая ЛЭП такого напряжения пущена только спустя 5 лет — в 1964 г.

Мечта В. И. Ленина осуществляется. Наша страна покрыта густой сетью мощных электростанций и линий электропередач. Мало осталось уголков нашей Родины, куда бы ни заходили ЛЭП. В конце 1975 г. их общая протяженность напряжением 35 *кв* и выше составит 600 тыс. *км*, из них напряжением 220—750 *кв* — 115 тыс. *км*.

В Советском Союзе в больших масштабах и быстрыми темпами создаются районные энергосистемы, энергорайоны, объединенные энергетические системы (ОЭС), единые энергосистемы (ЕЭС) отдельных регионов и страны в целом.

В. И. Ленин считал, что электрификация всей страны и ряда соседних стран должна осуществляться по единому плану. Сейчас создана объединенная энергосистема «Мир», на единую сеть которой работают электростанции семи братских социалистических стран: Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, Советского Союза и Чехословакии. Оперативное управление работой всего этого энергообъединения осуществляется из центрального диспетчерского пункта в Праге. Суммарная установленная мощность параллельно работающих электростанций в начале 1973 г. достигла 62,1 млн. *квт*, т. е. возросла в 2,5 раза по сравнению с 1963 г.

В. И. Ленин проявлял большой интерес и заботу об электрификации такой далекой и отсталой окраины, каким был до Великой Октябрьской революции Казахстан. Еще в тя-

желые годы становления и упрочения Советской власти по ленинскому плану ГОЭЛРО было намечено строительство ряда электростанций на территории нашей республики. По этому плану была построена Ульбинская ГЭС, долгое время являвшаяся основным источником энергоснабжения Рудного Алтая, Тургусунская ГЭС, снабжавшая Зыряновский рудник. В списке третьей очереди значились Бухтарминская, Курчумская, Убинская и Павлодарская электростанции, а также каскад гидроэлектростанций на р. М. Алматинка. Предусматривалось строительство весьма протяженных по тому времени линий электропередачи 110 тыс. вольт от Усть-Каменогорска в Зыряновск и Рубцовск. Многое из этого, как известно, было построено и служит поныне.

В своих заметках, относящихся к 1921 г., Владимир Ильич обратил внимание на реки Ульбу и Громотуху, которые ныне дают электроэнергию Рудному Алтаю. Принимая работников Риддерского рудника и рассматривая с ними перспективы гидроэнергостроительства в Восточном Казахстане, он указал на р. Иртыш, где сейчас возведены две крупные гидроэлектростанции — Усть-Каменогорская и Бухтарминская — гордость нашей республики.

В дореволюционном Казахстане было всего несколько маломощных тепловых электростанций, которые питали небольшие горнорудные предприятия. В 1913 г. они все вместе вырабатывали столько электроэнергии, сколько сейчас не хватило бы даже колхозу средней величины. Среди действующих тепловых электростанций тогда не было ни одной турбинной; все они были оборудованы либо локомобилями, либо двухтактными нефтяными двигателями. Эти станции обслуживали небольшие горнорудные предприятия Прииртышья и Центрального Казахстана. В основной своей массе казахское население не имело никакого понятия об электричестве.

За сравнительно короткий исторический период трудящиеся республики под руководством Коммунистической партии проделали огромную работу по электрификации этого обширного и богатого региона. Энергетика республики начала развиваться по существу с нулевого уровня. За короткий срок существования Советской власти она сделала в своем развитии гигантский скачок. Построены крупные современные электростанции. Таковыми, в частности, являются Ермаковская, Джамбулская и Карагандинские ГРЭС, Бухтарминская, Усть-Каменогорская и Капчагайская ГЭС.

Сейчас практически нет неэлектрифицированных промышленных и административных центров. Таким образом, Казахстан уже стал республикой сплошной электрификации.

Выработка электроэнергии в Казахской ССР на 1 января 1974 г. составила 41,6 млрд. *квт · ч*, а в 1975 г.— 50,2 млрд. *квт · ч*.

По общему объему производства электроэнергии Казахстан стоит на третьем месте среди других союзных республик (после РСФСР и Украины), а по выработке на душу населения он опередил все страны Азии (кроме Японии), Африки, Америки (кроме США и Канады) и многие страны Европы.

Темпы роста выработки электроэнергии в Казахстане выше, чем в среднем по стране. За 15 лет (1961—1975) производство электроэнергии в Казахстане возросло в 4,8 раза, в СССР — в 4,2 раза. При этом удельный вес Казахской ССР в общей выработке электроэнергии по СССР возрос с 3,6% в 1960 г. до 4,7% в 1975 г.

Важнейшим направлением технического прогресса в теплоэнергетике, как указывалось выше, является укрупнение мощности отдельных электростанций и генерирующих агрегатов. Мощность наиболее крупной тепловой электростанции республики выросла с 273 тыс. *квт* в 1960 г. до 2,4 млн. *квт* в 1975 г.

Мощность агрегатов единичной мощностью 100 тыс. *квт* и выше составила в начале 1974 г. 46,9% от суммарной мощности всех электростанций республики, а мощность наибольшего турбоагрегата выросла с 50 тыс. *квт* в 1962 г. до 300 тыс. *квт* в 1974 г.

В канун пятидесятилетия Великой Октябрьской социалистической революции была пущена Джамбулская ГРЭС проектной мощностью более 1 млн. *квт*, с единичной мощностью агрегатов по 200 тыс. *квт*. В 1968 г. пущен первый агрегат Ермаковской ГРЭС проектной мощностью 2,4 млн. *квт*. Эта ГРЭС одна из наиболее крупных в Союзе. Она оборудуется агрегатами по 300 тыс. *квт*.

Удельный вес агрегатов высоких и сверхвысоких параметров пара в общей мощности тепловых электростанций возрос с 31% в 1960 г. до 82% в 1970 г. и составит 92% в 1975 г.

Одним из основных показателей работы тепловых электростанций, удельный вес которых в выработке электроэнергии составляет 84%, является удельный расход топлива

на отпуск электроэнергии. На районных электростанциях республики достигнуто значительное снижение удельного расхода условного топлива на отпуск электроэнергии. Таковое составило за 1960—1970 гг. 245,4 *г/квт · ч* (против 101,7 по Союзу), т. е. расход снизился с 643 *г* в 1960 г. до 397,6 *г* в 1970 г., а в начале 1974 г. он уже составил 367,5 *г/квт · ч*.

Удельный расход условного топлива на отпуск теплоэнергии снижен с 208,3 *кг/Гкал* с 1960 г. до 179,6 *кг/Гкал* в 1973 г.

За короткое время в республике построены сотни тысяч километров электрических сетей и созданы мощные электроэнергетические системы. Теперь трудно найти колхоз или совхоз, куда бы ни шагали опоры линий электропередачи. Общая длина электрических сетей на 1. I 1974 г. составила 260 тыс. *км*, из которых ЛЭП напряжением 35 *кв* и выше — 56,8 тыс. *км*. Ежегодно вводится в среднем 0,5—0,6 млн. *квт* мощностей и около 4 тыс. *км* линий электропередачи напряжением 35 *кв* и выше.

Протяженность линий электропередачи напряжением 35 *кв* и выше возросла с 5,8 тыс. *км* в 1960 г. до 68,3 тыс. *км* в 1975 г., т. е. их протяженность увеличилась за 15 лет почти в 12 раз. До 1960 г. в республике была лишь одна ЛЭП 220 *кв* Троицк — Сарбай протяженностью 158 *км*, введенная в действие в 1959 г. В 1975 г. длина ЛЭП напряжением 220 *кв* и выше составит более 9 тыс. *км*, в том числе около 1700 *км* напряжением 500 *кв*.

В настоящее время практически все электростанции Министерства энергетики и электрификации Казахстана работают в энергетических системах. В начале 1974 г. централизация электроснабжения составила 94,6%. Это обеспечивает высокий уровень надежности снабжения народного хозяйства республики электроэнергией.

На северо-востоке республики сформирована объединенная энергетическая система, в которую входят электростанции Алтайской, Павлодарской, Карагандинской и Целиноградской энергосистем. В 1973 г. эта ОЭС объединяла более 60% мощности всех электростанций республики. Казахстанские энергосистемы имеют мощные энергетические связи с энергосистемами соседних республик и районов страны: Урала и Алтайского края, Киргизии и Узбекистана, Поволжья и Западной Сибири.

Постоянно повышается уровень автоматизации основных производственных процессов на электростанциях, что видно из следующих данных (в процентах):

	1960 г.	1970 г.	1975 г.
Котлы			
питание	75	100	100
горение	45	98	100
перегрев пара	30	96	98
Турбины — подача пара на уплотнение	40	84,5	100

Начато внедрение вычислительной техники. На Усть-Каменогорской ТЭЦ-2 установлены электронно-вычислительные машины, позволяющие распределить электрическую и тепловую нагрузку между агрегатами в наиболее экономичном варианте, что снижает удельный расход топлива в целом по электростанции.

На энергоблоках Ермаковской ГРЭС внедряются автоматизированные системы управления с использованием информационно-вычислительных машин, обеспечивающих высокоэффективный контроль управления энергоблоками.

Основное количество электроэнергии (около двух третьих) расходуется в промышленности главным образом для силовых процессов и технологических целей. Энерговооруженность этой отрасли народного хозяйства является одной из наиболее высоких в стране. Достаточно сказать, что коэффициент электрификации силовых процессов в промышленности КазССР составляет в целом 92%, а в некоторых ее отраслях еще выше, так, например, в угольной промышленности — 99,5, легкой — 97, химической — 94%. В настоящее время многие технологические процессы электрифицированы. На железнодорожном транспорте республики значительный удельный вес занимает электротяга.

В отношении уровня электрификации сельского хозяйства Казахстан занимает одно из первых мест в стране. В 1972 г. на каждого сельского жителя республики приходилось 520 *квт · ч* электроэнергии — несколько больше, чем в среднем по Союзу. В 1973 г. около 80% совхозов и колхозов и около 90% районных центров получали электроэнергию от энергосистем.

Теплофикация народного хозяйства и быта является одним из решающих рычагов повышения производительности труда и улучшения культурно-бытовых условий совет-

ских людей. В Казахстане в этом направлении проведены большие работы. На начало 1973 г. народному хозяйству отпущено около 57 млн. *Гкал* тепла, из которых 95% от ТЭЦ и 5% от промышленных котельных, 39% теплоснабжения централизовано. За последние 10 лет теплофикационные мощности увеличились в 3,5 раза. Развернуты работы по комбинированному производству электрической и тепловой энергии. Доля выработки электроэнергии теплоэлектроцентралями (ТЭЦ) в суммарной выработке тепловых электростанций в начале 1973 г. составила 37,7%, в том числе на тепловом потреблении — 19,5%. Усиленными темпами идет концентрация мощности ТЭЦ и укрупнение мощности единичных агрегатов.

К концу 1975 г. производство электроэнергии в республике возрастет в 1,7 раза против уровня 1970 г. Строится ряд мощных уникальных электростанций. Наряду с завершением строительства Ермаковской ГРЭС близ карьеров Экибастузского бассейна начато сооружение тепловой электростанции с установленной мощностью 4,0 млн. *квт*. На полуострове Мангышлак закончено сооружение первой атомной электростанции республики.

В девятой пятилетке в республике построено 25 тыс. *км* ЛЭП напряжением 35 *кв* и выше.

Успехи в деле электрификации страны были возможны только потому, что Коммунистическая партия Советского Союза всегда уделяла неослабное внимание развитию энергетики, свято выполняя заветы великого Ленина. Опыт хозяйственного строительства в нашей стране еще и еще раз подтвердил слова Владимира Ильича, что единственной материальной основой социализма может быть крупная машинная промышленность, способная реорганизовать и земледелие на основе электрификации всей страны.

Корифей творческой мысли Ленин обладал исключительным даром научного предвидения, был преисполнен твердой уверенности в великом будущем нашей Родины. «...И если Россия,— говорил он,— покроется густою сетью электрических станций и мощных технических оборудований, то наше коммунистическое хозяйственное строительство станет образцом для грядущей социалистической Европы и Азии»[1].

Мы являемся свидетелями блестящего подтверждения жизнью этих пророческих слов нашего великого вождя.

---

[1] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 42, стр. 161.

ГЛАВА II

ПРИРОДНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ КАЗАХСТАНА

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗМЕЩЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ЭНЕРГОЕМКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Как уже неоднократно отмечалось в научно-технической литературе, в Казахстане сконцентрированы громадные ресурсы ценнейшего минерального сырья, содержащего почти все химические элементы менделеевской периодической системы. По запасам железа, меди, свинца, цинка и некоторых других металлов республика занимает первое место в Советском Союзе, по хрому, ванадию, вольфраму и молибдену — ведущее место в мире. Кроме того, Казахстан занимает видное место в СССР по запасам никеля и алюминия (3-е место), фосфора и коксующихся углей. За последние годы республика вышла в первые ряды по запасам нефти.

Кустанайский железорудный бассейн включает Соколовско-Сарбайскую группу месторождений магнитных железняков (содержащих 45—60% железа) и Лисаковскую группу месторождений оолитовых (фосфористых) бурых железняков (содержащих 36—38% железа). В этом бассейне на сегодня разведано 14 млрд. *т* железных руд — 85% всех разведанных железных руд Казахстана, или около 13% общесоюзных промышленных запасов железа. Запасы только Соколовско-Сарбайской группы на данном уровне разведанности близки к запасам Криворожского железорудного бассейна и не уступают запасам Лотарингского бассейна — основной сырьевой базы черной металлургии Франции, ФРГ, Бельгии и Люксембурга. Лисаковские бурые железняки представляют собой комплексное железофосфорное сырье. Такой характер сырья, по-видимому, предопределит на их основе комплексное производство томасовской стали и весьма эффективных минеральных удобрений — фосфатных шлаков. Кроме железных руд Кустанайской области в Казахстане имеется еще крупное Атасуйское месторождение красных железняков в Карагандинской области — од-

ной из основных железорудных баз Карагандинского металлургического комбината в г. Темиртау. Миллиардные запасы железных руд Казахстана (около 17 млрд. *т*) в сочетании с миллиардными запасами коксующихся карагандинских углей и большими ресурсами (Джездинским, Атасуйским и др.) месторождений марганцевых руд могут обеспечить сырьевой базой весьма мощные предприятия черной металлургии. А отмеченные выше богатейшие запасы никеля, хрома, ванадия, вольфрама и молибдена создают в республике оптимальные условия для весьма энергоемкого производства здесь большого ассортимента ферросплавов и высококачественных легированных сталей.

Тяжелые цветные металлы представлены в республике преимущественно полиметаллическими рудами*, богатейшие месторождения которых в основном сосредоточены в Джезказганской и Восточно-Казахстанской областях, где находится значительная часть общесоюзных запасов цветных металлов. В Джезказганской области расположено одно из крупнейших в мире месторождений меди — Джезказганское, получившее правильную оценку и основание для развития благодаря трудам академика К. И. Сатпаева. Очень важно, что в медных и полиметаллических рудах Джезказгана содержится повышенное количество редчайшего из редких металлов — рения. В Джезказганской же области находятся Коунрадское и Саякское меднорудные месторождения, первое из них многие годы служит основной рудной базой Балхашского медеплавильного завода. В Восточно-Казахстанской области — Рудном Алтае (Алтай по-казахски — золотые горы) сосредоточены крупные, порой уникальные запасы свинца, меди, серебра и ряда других цветных металлов. Кратко охарактеризованные выше запасы тяжелых цветных металлов в сочетании с благородными и редкими обеспечивают сырьевой базой мощные предприятия цветной металлургии, в том числе весьма энергоемкое производство цинка и принятую для Джезказгана энергоемкую электрометаллургию меди.

В Тургайской области расположено крупное Амангельдинское месторождение высококачественных бокситов, содержащих примерно 47% глинозема, которое можно разра-

---

* Содержащими кроме одного-двух основных тяжелых цветных металлов (например, меди, меди и свинца, меди и цинка) еще примеси других, в том числе благородных и редких металлов, а также рассеянных элементов.

батывать открытым способом, и обеспечивающее сырьем мощное и весьма энергоемкое алюминиевое производство. В перспективе в качестве алюминиевого сырья может быть использована и зола экибастузских углей, содержащая около 30% глинозема. Один только планируемый комплекс Экибастузских ГРЭС общей мощностью 16 млн. *квт* будет ежегодно выбрасывать с золой около 3 млн. *т* глинозема.

Уже сейчас использование богатейших ресурсов металлургического сырья Казахстана идет усиленными темпами, и ведущей отраслью промышленности республики является цветная металлургия.

В Казахстане находится четверть общесоюзных запасов фосфоритов, из которых около двух третьих сконцентрировано в Джамбулской области, на месторождении Каратау. В последние годы выявлены и разведаны большие промышленные запасы фосфоритов в Актюбинской области. Они обеспечивают развитие мощного и весьма энергоемкого производства фосфорных удобрений. Отмеченные выше миллиардные запасы карагандинских коксующихся углей представляют собой мощную сырьевую базу не только черной металлургии, но и коксохимического производства. Богатейшие ресурсы мангышлакской нефти — это сырьевая база весьма мощных предприятий нефтепереработки и нефтехимического производства. Огромные запасы сульфидов различных металлов (сернистых железа, меди, свинца, цинка и др.) дают после металлургической переработки соответствующие количества вторичных сырьевых ресурсов серы в виде сернистых газов, которые могут служить основой для производства серной кислоты и элементарной серы. В настоящее время в связи с расширяющимся применением кислорода при переработке сульфидного металлургического сырья получаются значительно обогащенные серой газовые отходы, что существенно облегчает их использование для указанных целей. Наконец, в Казахстане имеются богатейшие ресурсы различных минеральных солей в Гурьевской (известное Индерское месторождение) и других областях республики. Уже в настоящее время на долю республики приходится более трех четвертых добычи сульфидно-баритовых руд, 40% карбида кальция и др. Все это вместе взятое обеспечивает реальную возможность развития в Казахской ССР крупных предприятий всех основных видов химической промышленности.

Казахстан располагает также большими запасами различного сырья для производства строительных материалов.

Республика обладает и огромными земельными ресурсами для развития мощного сельского хозяйства — зерновых культур и животноводства. В настоящее время свыше одной трети посевов яровой пшеницы и более половины пастбищ (выгонов) Советского Союза находится в Казахстане. В республике около четверти общесоюзного поголовья мелкого рогатого скота. В связи с этим Казахская ССР занимает в Союзе одно из ведущих мест по производству сельскохозяйственной продукции. На долю республики приходится приблизительно 15% общесоюзного валового сбора зерновых культур, а пшеницы даже до одной четверти. Республика занимает второе место в Союзе после РСФСР по поголовью овец и заготовке шерсти и третье в Союзе — по поголовью крупного рогатого скота и заготовке мяса.

Для многих районов Казахстана дефицитна только вода. Это относится ко всей равнинной части республики — Западному, Северному и Центральному Казахстану. Широкое развитие всех отраслей народного хозяйства, в том числе энергетики, здесь невозможно без привлечения значительных дополнительных водных ресурсов извне, в частности речного стока сибирских рек.

Учитывая все изложенное и принятый в Программе КПСС основной принцип территориального размещения промышленности — всемерное приближение ее к источникам сырья, в особенности, если они доступны для быстрого освоения (что как раз имеет место в Казахстане), можно смело при научно-техническом прогнозе ориентироваться на дальнейшее значительное развитие в Казахской ССР энергоемких предприятий металлургической и химической промышленности.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Как это подробно рассмотрено в нашей предыдущей монографии*, общие промышленные энергетические ресурсы Казахстана, выраженные в количественно сопоставимых единицах — в виде годового производства на их основе электроэнергии, приведены в таблице 1. Из нее видно, что основой развития энергетики Казахской ССР является энергетическое топливо, точнее — энергетические угли, промышленные запасы которых составляют 93% всех промышлен-

* *Чокин Ш. Ч., Батуров Т. И., Резняков А. Б., Майзель С. Я.* Основы развития энергетики Казахстана. Алма-Ата, «Казахстан», 1971.

Таблица 1

Области	Топливно-энергетические (ТЭР)			Гидроэнергетические (ГЭР)			Суммарные ЭР	
	млрд. *квт·ч* в год	% от ТЭР	% от ЭР	млрд. *квт·ч* в год	% от ГЭР	% от ЭР	млрд. *квт·ч* в год	%
I. Западный Казахстан								
Уральская	—	—	—	—	—	—	—	—
Гурьевская . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
Мангышлакская .	—	—	—	—	—	—	—	—
Актюбинская . .	9,7	1,7	1,6	—	—	—	9,7	1,6
Итого по району	9,7	1,7	1,6	—	—	—	9,7	1,6
II. Северный Казахстан								
Северо-Казахстанская	—	—	—	—	—	—	—	—
Кокчетавская . .	—	—	—	—	—	—	—	—
Целиноградская .	6,9	1,2	1,1	—	—	—	6,9	1,1
Тургайская . . .	170,6	30,0	28,1	—	—	—	170,6	28,1
Кустанайская . .	—	—	—	—	—	—	—	—
Павлодарская . .	226,8	40,0	37,3	4,3	10,7	0,70	231,1	38,0
Итого по району	404,3	71,2	66,5	4,3	10,7	0,70	409,0	67,2
III. Центральный Казахстан								
Карагандинская .	146,0	26,7	24,0	—	—	—	146,0	24,0
Джезказганская .	—	—	—	—	—	—	—	—
IV. Восточный Казахстан								
Семипалатинская	—	—	—	6,0	14,9	0,99	6,0	1,0
Восточно-Казахстанская	5,7	1,0	0,9	11,9	29,6	1,96	17,6	2,9
Итого по району	5,7	1,0	0,9	17,9	44,5	2,95	23,6	3,9
V. Южный Казахстан								
Талды-Курганская	0,9	0,16	0,15	2,0	5,0	0,33	2,9	0,48
Алма-Атинская .	0,9	0,16	0,15	7,4	18,4	1,22	8,3	1,37
Джамбулская . .	—	—	—	0,6	1,5	0,10	0,6	0,10
Чимкентская . .	0,5	0,09	0,08	8,0	19,9	1,32	11,3	1,40
Кзыл-Ординская .	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого по району	2,3	0,4	0,4	18,0	44,8	2,97	23,1	3,3
Всего по Казахстану	568,0	100,0	93,4	40,2	100,0	6,6	608,2	100,9

Примечание: % от ТЭР — % от всех топливно-энергетических ресурсов (от 568,0 млрд. *квт. ч/год*), % от ГЭР — % от гидроэнергетических ресурсов — (от 40,2 млрд. *квт. ч/год*), % от ЭР — % от всей суммы энергетических ресурсов (от 608,2 млрд. *квт. ч/год*).

ных энергоресурсов республики. Что касается собственных промышленных гидроэнергетических ресурсов Казахстана, то их недостаточно даже для покрытия пиковой части перспективного графика электрической нагрузки республики (всего 7%). Далее, даже из беглого рассмотрения таблицы видно, что энергетические ресурсы распределены по территории республики крайне неравномерно: все основные промышленные запасы энергетических углей (95%) сконцентрированы в Кустанайской, Карагандинской и Павлодарской областях, т. е. в северной части Казахстана; практически все промышленные ресурсы гидроэнергии (около 99%) — в восточной части Павлодарской области, в Семипалатинской, Восточно-Казахстанской, Талды-Курганской, Алма-Атинской, Джамбулской и Чимкентской областях, т. е. в восточной и южной частях республики.

Кроме указанных в таблице 1 энергетических ресурсов в Мангышлакской области (на полуострове Мангышлак) сконцентрированы большие запасы нефти Но, как известно, качественное жидкое топливо идет исключительно для транспортных («мобильных») энергетических установок воздушного, автомобильного и железнодорожного (тепловозного) транспорта; нефтяные же остатки нефтеперерабатывающих предприятий — мазут вследствие хорошей транспортабельности в первую очередь будет вывозиться в другие районы республики (и, возможно, за пределы ее) для газо-мазутных ТЭС и промышленных печей. Для этого, конечно, наиболее целесообразно организовать в республике нефтеперерабатывающие предприятия. Попутный газ нефтяных промыслов используется на месте для различных целей. Запасы природного газа разведаны в республике пока очень слабо, вследствие чего нами не учитываются. Таким образом, в качестве реальных топливно-энергетических ресурсов Казахстана мы рассматриваем только энергетические угли. Не учитывая собственные ресурсы жидкого и газообразного топлива для энергетических целей, мы допускаем относительно небольшую погрешность, притом в сторону запаса.

Топливно-энергетические ресурсы

Промышленные топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) Казахстана сведены в таблицу 2. Согласно ее данным запасы ТЭР республики составляют около 16 млрд. *т* у. т. Однако для практического использования в энергетике (во всяком случае в обозримой перспективе) пригодны далеко не все угли, приведенные в таблице.

Таблица 2

Промышленные запасы углей Казахстана

Область, бассейн или месторождение и род угля	Каменные угли (к/у)		Бурые угли (б/у)	
	млн. *т* у. т. *.	%	млн. *т* у. т.	%
Актюбинская область				
Урало-Эмбенский (б/у) . .	—	—	325,2	7,0
Кустанайская область				
Тургайский (Убаганский) (б/у)	—	—	2887,6	62,5
Целиноградская область				
Тениз-Коржункульский (к/у) .	218,3	1,9	—	—
Богумбайское (к/у) . . .	12,8	0,1	—	—
Итого по области	231,1	2,0	—	—
Павлодарская область				
Экибастузское (к/у) . . .	4298,8	38,1	—	—
Кайнаминское (к/у) . . .	88,9	0,8	—	—
Майкюбенский (б/у) . . .	—	—	1078,0	23,4
Итого по области	4387,7	38,9	1078,0	23,4
Карагандинская область				
Карагандинский (к/у) . .	6099,0	54,0	—	—
Куучекинское (к/у) . . .	119,9	1,1	—	—
Самарское (к/у)	190,5	1,8	—	—
Боорлинское (к/у) . . .	23,9	0,2	—	—
Завьяловское (к/у) . . .	80,0	0,7	—	—
Кумыскудукское (б/у) . .	—	—	63,4	1,3
Итого по области .	6513,3	57,8	63,4	1,3
Джезказганская область				
Кияктинское (б/у) . . .	—	—	40,3	0,9
Восточно-Казахстанская область				
Кендерлыкское (к/у) . .	46,2	0,4	—	—
Кендерлыкское (б/у) . . .	—	—	74,4	1,3
Белокаменское (к/у) . . .	67,9	0,6	—	—
Итого по области	114,1	1,0	74,4	1,3

1	2	3	4	5
Талды-Курганская область				
Алакульское (к/у) . . .	31,7	0,3	—	—
Алма-Атинская область				
Ойкарагайское (б/у) . . .	—	—	28,5	0,6
Чимкентская область				
Ленгерское (б/у)	—	—	103,0	2,2
Всего по Казахстану . . .	11277,9	100,0	4600,4	100,0

* у. т.— условное топливо с низшей теплотой сгорания 7000 *ккал/кг*. Пересчет натурального топлива ($B_н$) на условное ($B_у$) производится по формуле $B_у = B_н \cdot Q_н^р$ (7000, где $Q_н^р$ — низшая теплота сгорания рабочего топлива в *ккал/кг*).

Генеральная тенденция развития тепловых электростанций до конца столетия (подробнее см. главу IV) — строительство крупных паротурбинных электростанций на дешевом топливе. Поэтому угольные месторождения должны характеризоваться достаточной мощностью и благоприятными горнотехническими условиями, допускающими, в первую очередь, организацию мощных открытых разработок и, как следствие, достаточную дешевизну угля. Все это, конечно, при условии вполне удовлетворительного его качества. Проведенный с этих позиций анализ особенностей месторождений республики (см. нашу указанную выше монографию) показывает, что реальными топливно-энергетическими ресурсами районных тепловых электростанций (ГРЭС) Казахстана следует в основном считать тургайские бурые угли — 53 млн. *т* у. т. в год, значительная часть которых, вероятно, будет использоваться за пределами республики, либо вырабатываемая на их основе электроэнергия будет передаваться туда, отходы обогащения карагандинских каменных углей — 6 млн. *т* у. т. в год и экибастузские каменные угли — 63 млн. *т* у. т. в год. Это может обеспечить годовую выработку электроэнергии, потребную для народного хозяйства республики в обозримой перспективе. При этом необходимо учесть реальные топливно-энергетические ресурсы для городских теплофикационных электростанций (ТЭЦ), районных и домовых отопительных котельных: карагандинские сортовые энергетические угли — 10 млн. *т* у. т. в год и майкюбенские бурые угли — примерно в таком же количестве.

Тургайские бурые угли относятся к высокосортным бурым углям типа челябинских. Низшая теплота сгорания их сухой массы — от 4600 до 5500 *ккал/кг* (у челябинских бурых углей — 4660 *ккал/кг*). Зольность тургайских углей ниже, чем челябинских (максимальная на сухую массу ~30% против максимальной зольности челябинских углей~ 40%). Но их максимальная влажность более чем в полтора раза выше (40% против 24%). Во столько же раз выше и максимальное содержание серы (3,0% против 2,1%). Вследствие возможности открытой добычи угля технико-экономические показатели у них вполне благоприятные: проектная себестоимость 1 *т* годовой добычи от~0,90 до 1,40 руб *т* н. т., или от~1,90 до 3,10 руб. *т* у. т. Низший предел относится к Кзылтальско-Орловскому месторождению, верхний — к Кушмурунскому. Следует отметить, что бассейн еще очень слабо разведан: его перспективные геологические запасы оцениваются в 60 млрд. *т* н. т., промышленные же запасы пока установлены в 6,3 млрд. *т* н. т, т. е. немногим больше 10%. Основные трудности при эксплуатации бассейна обусловлены высокой обводненностью месторождений. Однако, по данным Института горного дела АН КазССР, здесь рационально применить гидромеханизацию угледобычи и гидротранспорт до электростанций, что еще больше удешевит себестоимость угля франко-электростанция. Серьезного внимания при сжигании углей потребует борьба с вредными выносами в атмосферу вследствие высокой их сернистости.

Отходы обогащений карагандинских каменных углей представляют собой хорошее энергетическое топливо: влажность их до 10%, зольность на сухую массу~ 30%, низшая теплота сгорания рабочего топлива 4100—5000 *ккал/кг*. Каких-либо специфических трудностей при их сжигании не предвидится.

Экибастузские каменные угли — основное топливо крупных районных электростанций (ГРЭС) республики. Эти угли добываются открытым способом и являются одними из самых дешевых в СССР — 0,85 руб./*т* н. т., 1,60 руб./*т* у. т., но отличаются очень высокой зольностью, в среднем 47% на сухую массу. Зола их крайне тугоплавка — температура ее жидкоплавкого состояния 1650—1750°С и даже выше, вследствие чего очень абразивна, а из-за высокого содержания кремнезема — до 60% и более вызывает быстрый износ углеразмольного оборудования. Вследствие своих крайне неблагоприятных электрофизических свойств она плохо улавливается в электрофильтрах и выносится в большом коли-

честве в атмосферу, сильно загрязняя окружающую среду весьма силикозоопасной пылью. К тому же высокая зольность экибастузских углей сильно ухудшает условия их зажигания. Но учитывая, что эта зола содержит до 30% глинозема и ресурсы ее огромны, она может служить постоянным сырьем для алюминиевого производства республики. По-видимому, окажется перспективным глубокое обогащение этих углей в сочетании с переработкой золы для извлечения из нее глинозема. При этом одновременно существенно улучшатся условия работы электростанций и еще больше удешевится выработка на них электроэнергии.

Майкюбенские бурые угли — это угли высокого качества и являются прекрасным топливом. Влажность их не превышает 23%, зольность на сухую массу, как правило, не более 16% (лишь изредка доходит до 30%); серы на сухую массу очень немного — 1,0%, низшая теплота сгорания рабочего топлива 4200—4800 *ккал/кг*. Они представляют собой самые дешевые угли республики — проектная себестоимость 0,82 руб./*т* н. т. и 1,50 руб./*т* у. т. Угли хорошо брикетируются и могут служить сортовым топливом для индивидуальных потребителей.

Гидроэнергетические ресурсы

По насыщенности, качеству и направлению использования водноэнергетических ресурсов территорию Казахстана целесообразно разделить на пять водохозяйственных районов: восточный, юго-восточный, южный, западный и северный. Первые три района расположены в горной части республики, вторые два — в ее равнинной части.

Восточный район (восточная часть Павлодарской, Семипалатинская и Восточно-Казахстанская области) охватывает бассейн р. Иртыш с его многочисленными притоками и по гидроэнергетическим ресурсам занимает первое место в республике — 55% всех промышленных гидроэнергоресурсов. Из отраслей водного хозяйства решающая роль принадлежит здесь гидроэнергетике и водному транспорту. Вода используется также для водоснабжения промышленности, сельского хозяйства и поливного земледелия.

Юго-Восточный район (Талды-Курганская и Алма-Атинская области) охватывает бассейны рек Или, Каратала, Коксу, Лепсы, Аксу, Тентека и др., впадающих в озера Балхаш, Алаколь и Сасыкколь. Главные отрасли водного хозяйства здесь орошение и гидроэнергетика.

Южный район (Джамбулская, Чимкентская и Кзыл-Ординская области) охватывает бассейны рек Сырдарьи (сред-

нее и нижнее течение), Келеса, Арыси, Чу, Таласа, впадающих в Аральское море, и ряд мелких рек, впадающих в озера между Аральским морем и озером Балхаш. Здесь сильно развито поливное земледелие.

Западный район (Уральская, Гурьевская, Мангышлакская и Актюбинская области) охватывает бассейны рек Каспийского моря — Урала, Уила, Сагиза, Эмбы, Узени. Водные ресурсы здесь используются для промышленного водоснабжения, ирригации, рыбного хозяйства и судоходства (по р. Уралу).

Северный район (Тургайская, Кустанайская, Северо-Казахстанская, Кокчетавская, Целиноградская, Западная часть Павлодарской, Карагандинская и Джезказганская области) охватывает бассейны рек: Ишима, Тобола, Сарысу, Нуры, Чидерты, Селеты, Уленты, Тургая, Иргиза и др. Основные отрасли водного хозяйства района — промышленное и сельскохозяйственное водоснабжение. В дальнейшем, с привлечением в район водных ресурсов извне, ведущую роль может играть орошаемое земледелие главным образом зернового направления.

Согласно Н. С. Калачеву и Л. Д. Лаврентьевой («Водноэнергетический кадастр рек Казахстана». Алма-Ата, «Наука», 1965), все реки республики разбиваются на 5 энергетических классов: I — реки со среднемноголетними годовыми ресурсами водной энергии свыше 10 млрд. *квт · ч*; II— от 10 до 2,5; III — от 2,5 — до 0,1; IV — от 0,1 до 0,01; V — менее 0,01 млрд. *квт · ч*.

Классификация рек республики в энергетическом отношении приводится в таблице 3.

Таблица 3

Водохозяйственные районы	Число учтенных рек	В том числе по классам				
		I	II	III	IV	V
Восточный . .	819	1	3	72	374	469
Юго-Восточный .	874	—	5	89	340	440
Южный . . .	383	1	1	20	74	287
Западный . . .	25	—	—	3	9	13
Северный . . .	73	—	—	5	43	25
Всего . . .	2174	2	9	189	740	1234

Как видно из таблицы, подавляющее количество учтенных рек находится в восточном, юго-восточном и южном районах, имеющих наиболее густую речную сеть. Примерно от 6 до 11% рек этих районов относится к первым трем классам. Западный и северный районы бедны водными ресурсами, число учтенных рек здесь незначительно и относятся они преимущественно к двум последним классам.

Число рек первых трех классов не превышает 10% от общего количества учтенных рек Казахстана. Подавляющее большинство рек — 1889, или 87%, имеют длину менее 50 *км*; 130, или 5%,— от 50 до 100 *км* и только 155 рек, или 7%, имеют длину более 100 *км*.

Качество гидроэнергетических ресурсов принято оценивать по удельной энергии потока (на 1 *км* длины). Отнесение отдельных участков рек к той или иной группе принято по удельным энергоресурсам: I группа — участки с удельными гидроэнергоресурсами более 25 млн. *квт · ч* в год; II — от 25 до 10; III — от 10 до 5; IV — от 5 до 1,0; V — менее 1,0 млн. *квт · ч* в год.

Результаты классификации, проведенной авторами упомянутой выше монографии, сведены в таблицу 4.

Таблица 4

Водохозяйственные районы	Гидроэнергетические ресурсы, млрд. *квт·ч*					
	I	II	III	IV	V	Всего
Восточный	13,19	30,79	11,42	12,89	3,77	72,06
Юго-Восточный	13,54	23,64	14,39	16,19	3,80	71,56
Южный	1,40	2,60	9,36	7,50	2,34	23,20
Западный	—	—	—	1,84	0,97	2,80
Северный	—	—	—	0,19	2,81	3,00
Итого	28,13	57,03	35,17	38,61	13,69	172,62

Как следует из таблицы, первое место занимает восточный район (бассейн р. Иртыш), 61% энергоресурсов которого относится к первым двум группам, 34% — к III и IV и лишь 5% — к V группе.

Второе место принадлежит юго-восточному району, суммарные гидроэнергетические ресурсы которого ненамного уступают ресурсам восточного района. Основная часть гидроэнергетических ресурсов этого района — до 52% — отно-

сится к первым двум группам, около 43% — к III и IV и немногим более 5% — к V группе.

Южный район занимает по ресурсам водной энергии третье место, но преобладают в нем ресурсы III (40%) и IV (32%) групп.

Ресурсы западного и северного районов относятся в основном к V группе. Лишь благодаря р. Уралу ресурсы западного района частично переходят в IV группу.

Суммарная выработка наиболее вероятных к строительству ГЭС (промышленные гидроэнергетические ресурсы) составляют 60—65 млрд. *квт · ч.* Из этого количества реально могут быть использованы, с приемлемыми на сегодня технико-экономическими показателями, около 25—30 млрд. *квт · ч.*

Районирование территории по энергоресурсам

На основании всего вышеизложенного представляется возможным районировать территорию Казахстана по энергетическим ресурсам.

По степени обеспеченности энергетическими ресурсами территорию Казахстана можно разделить на районы:

1) с избытком энергоресурсов, которые могут быть выделены для других районов республики и за ее пределы;

2) с достаточным количеством энергоресурсов для самообеспечения;

3) с дефицитом энергоресурсов (в том числе с практически полным их отсутствием).

В сочетании с располагаемыми видами энергетических ресурсов можно теперь произвести районирование территории Казахстана и выделить в республике 5 следующих районов:

Северный угольный район (Северный и Центральный Казахстан — Павлодарская, Карагандинская, Джезказганская, Тургайская, Кустанайская, Северо-Казахстанская, Кокчетавская и Целиноградская области) обеспечен энергетическими углями с избытком, который может быть выделен для энергоснабжения других районов республики, Урала и европейской части СССР. Здесь сконцентрировано 90% всех промышленных энергоресурсов Казахстана в виде энергетических углей. Основные запасы углей находятся в Тургайской, Карагандинской и Павлодарской областях. Но район очень беден водными ресурсами.

Восточный водноэнергетический район (Восточный Казахстан — Восточно-Казахстанская и Семипалатинская области) имеет большие запасы водной энергии. Как это будет

более подробно изложено дальше, около 10,0 млрд. $м^3$ воды Катуни (левого притока Оби) можно перебросить в Бухтарму (правый приток Иртыша) и за счет разности уровней обеих рек получить 7—8 млн. *квт* мощности. Эти и местные гидроэнергетические ресурсы могут в значительной мере обеспечить потребность района в электроэнергии и покрытие пиковой мощности северо-востока Казахстана.

Юго-Восточный водноэнергетический район охватывает Талды-Курганскую и Алма-Атинскую области. Располагает большими запасами водной энергии и занимает второе место в республике после восточного района. Однако своя гидроэнергия далеко не обеспечивает потребности района. Топливом же район практически не располагает. Поэтому он относится к числу дефицитных по энергоресурсам.

Южный водноэнергетический район охватывает Джамбулскую, Чимкентскую и Кзыл-Ординскую области. Он имеет относительно большие запасы водной энергии, но эти ресурсы рассредоточены и отличаются низкой концентрацией, что осложняет использование их для энергетики. Топливно-энергетические ресурсы здесь невелики. Поэтому данный район также относится к дефицитным и его потребности в энергии необходимо покрывать за счет подачи в район топлива, электроэнергии или того и другого.

Западный нефтегазовый район охватывает территорию Актюбинской, Уральской, Гурьевской и Мангышлакской областей. Кроме нефти и газа, он практически не располагает другими видами промышленных энергоресурсов. Этот район, по-видимому, будет крупным поставщиком жидкого топлива в другие районы республики и страны.

ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ КАЗАХСТАНА

Развитие энергетики в широком смысле этого понятия обычно охватывает: разведанность энергетических ресурсов, возможности их добычи и транспортировки к местам потребления (для производства соответствующих видов энергии); строительство электрических станций, линий электропередачи (ЛЭП), а также теплотрасс и создание ОЭС крупных регионов и ЕЭС страны в целом; рационализацию энергопотребления; оптимизацию эксплуатации энергетических установок.

Развитие указанных элементов энергетического комплекса в той или иной степени зависит от природно-экономических условий региона, которые должны учитываться при прогнозе технического прогресса в энергетике. К ним относятся:

1. Неравномерное распределение классических видов энергоресурсов по территории республики (почти все энергетические угли — на севере, нефть и попутный газ — на западе, гидроэнергетические ресурсы — на востоке и юго-востоке республики) и неблагоприятная их структура (отсутствие в настоящее время разведанных значительных промышленных запасов газа, целесообразные в технико-экономическом отношении для использования промышленные ресурсы гидроэнергии составляют лишь около 10% промышленных запасов топливно-энергетических ресурсов*). Это предопределяет:

а) развитие энергетики Северного и Центрального Казахстана за счет строительства крупных конденсационных тепловых электростанций (ТЭС) на местном твердом топливе;

б) развитие энергетики Западного Казахстана за счет ТЭС на местном жидком топливе и газе, атомных электростанций (АЭС) двухцелевого назначения (выработка электроэнергии и опреснение морской воды) и получения электроэнергии из соседних районов РСФСР;

в) развитие энергетики Восточного Казахстана за счет строительства гидроэлектростанций (ГЭС), теплофикационных электростанций (ТЭЦ) на привозном топливе (углях Кузбасса) и получения электроэнергии из Сибири и Северного Казахстана;

г) развитие энергетики Юго-Восточного Казахстана за счет строительства ГЭС, АЭС и получения электроэнергии из Северного Казахстана и Киргизии;

д) развитие энергетики Южного Казахстана за счет строительства ТЭС на мазуте и среднеазиатском природном газе, а в дальнейшем — АЭС и получения электроэнергии из Северного Казахстана, Узбекистана и Киргизии;

е) реверсивный режим работы межсистемных линий электропередачи — транспорт базовой электроэнергии ТЭС с севера на юг и восток и пиковой гидравлической энергии с юга и востока на север;

---

* В сравнимых показателях — в виде возможной годовой выработки электроэнергии.

ж) дефицит пиковой мощности на севере республики и необходимость строительства там пиковых и полупиковых ТЭС или получения пиковой энергии из Восточного Казахстана и Сибири.

2. Обширность территории и рассредоточенность крупных центров энергопотребления. Это обусловливает:

а) строительство мощных и протяженных межсистемных линий электропередачи с разветвленными распределительными сетями (с повышенной по сравнению с другими республиками удельной длиной ЛЭП на 1 *квт* установленной мощности электростанций, в настоящее время она примерно в 1,5 раза больше);

б) создание местных электроэнергетических систем как первой стадии образования ОЭС и ЕЭС Казахстана;

в) возможность использования нагрузочного эффекта вследствие заметной разности во времени наступления максимума нагрузки в различных частях охватываемого ЕЭС региона.

3. Наличие в Северном Казахстане мощных и дешевых топливно-энергетических ресурсов — углей Экибастуза, Тургайского бассейна, отходов углеобогащения Караганды и др., которые при полном развитии добычи значительно превысят потребности республики на обозримую перспективу. Это позволяет:

а) строить мощные и сверхмощные конденсационные ТЭС (с крупными современными энергоблоками по 800 тыс. *квт* и более) и передавать большое количество электроэнергии не только в другие районы республики, но и за ее пределы;

б) строить крупные опорные электростанции на трассе ЛЭП, соединяющей объединенные энергосистемы Сибири и европейской части СССР;

в) создать Северо-Восточную объединенную энергетическую систему, которая станет основой (остовом) ЕЭС Казахстана;

4. Ограниченность, а в ряде районов отсутствие водных ресурсов на большей части территории Казахстана и зависимость производительности и режима ГЭС от интересов поливного земледелия. Это обусловливает:

а) невозможность в Центральном, Северном и Западном Казахстане строительства крупных ТЭС вблизи промышленных центров (в качестве примеров можно привести Джезказганский промышленный узел, проблема энергоснабжения которого из-за отсутствия на месте водных ре-

сурсов решена путем передачи электроэнергии из Караганды по ЛЭП 500 *кв;* крупное Верхне-Кайрактинское месторождение вольфрамовых руд, которые до сих пор не осваиваются, по существу, из-за отсутствия на месте водных ресурсов и др.);

б) сооружение ТЭС на воде, привлеченной из соседних бассейнов, поскольку в ряде случаев переброска воды может оказаться целесообразнее транспорта топлива (примером могут служить Экибастузские ГРЭС, сооружаемые на воде, поступающей из р. Иртыш по каналу Иртыш — Караганда);

в) сведение к минимуму потерь воды на ТЭС путем изыскания новых способов охлаждения конденсаторов турбин, в частности за счет полного отказа от добавочной, тем более проточной воды, например, применение схемы оборотного охлаждения воды наружным воздухом в «сухих» градирнях, предложенной Геллером (Венгрия);

г) сооружение ГЭС преимущественно в зоне формирования стока и перерегулирование его по режиму других компонентов водохозяйственного комплекса;

д) широкое осуществление перераспределения водных ресурсов внутри Казахстана и привлечение стока сибирских рек.

5. Центральное географическое положение энергосистемы Казахстана в ЕЭС Советского Союза, что предопределяет ее роль как важнейшего звена ЕЭС СССР и электрического моста, связывающего энергосистемы европейской части Союза, Сибири и Средней Азии и являющегося завершающим элементом единой энергетической системы всего Советского Союза (отсюда повышенный уровень надежности и, следовательно, повышенные габариты и параметры магистральных ЛЭП, их переменный режим и выбор трасс с учетом указанной выше их роли).

6. Наличие в республике богатейших ресурсов минерального сырья и возможность организации на их основе различных энергоемких производств обусловливает:

а) ускоренные темпы развития энергетики республики;

б) потребление на месте основного количества производимой в республике электроэнергии;

в) более плотный график нагрузки энергосистем, что, как известно, в целом обеспечивает относительно высокий к. п. д. тепловых электростанций.

Построение генерального плана электрификации народного хозяйства должно исходить из необходимости макси-

мального приближения промышленности к источникам сырья и размещения энергетических объектов в районах концентрации энергоресурсов и создания единой для всей республики электроэнергетической системы.

Интенсификация производственных процессов, механизация и автоматизация этих процессов, их электрификация являются основой технического прогресса. Поэтому естественно, что электроэнергетическая база должна опережать в своем росте развитие всех остальных отраслей народного хозяйства. Высшая ступень развития электроэнергетической базы страны — объединение всех ее энергетических систем и электростанций в Единую энергетическую систему (ЕЭС).

Изложенные выше особенности и общие принципы развития энергетики Казахстана должны быть учтены при построении генеральной схемы электрификации народного хозяйства республики.

ГЛАВА III

ВЕРОЯТНЫЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС (ТЭБ) КАЗАХСТАНА

ЗНАЧЕНИЕ ТЭБ И ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЕГО РАЗРАБОТКИ

Топливно-энергетическое хозяйство является важнейшей отраслью материального производства. Оно представляет собой единую отрасль, охватывающую процессы производства, преобразования и потребления всех видов топлива и энергии. Такое единство имеет место вследствие широкой взаимозаменяемости различных видов энергетических ресурсов, неразрывности процессов производства и потребления энергии, возможности высокой централизации энерго- и топливоснабжения, непосредственного влияния уровня потребления на масштабы добычи, переработки и способов транспортировки топлива, комплексности ряда процессов переработки топлива и производства энергии.

Топливно-энергетическое производство является стержнем развития всех отраслей народного хозяйства. На его долю в целом приходится около одной трети общих капитальных вложений в промышленность страны. Поэтому определение оптимальных путей его развития представляет собой вопрос большой государственной важности.

По технико-экономическим показателям добычи (производства) и роли в процессе материального производства каждый вид энергоресурсов и энергоносителей может оказаться более прогрессивным и экономичным в тех или иных районах и для тех или иных категорий потребителей. Последние в свою очередь могут оказывать решающее влияние на выбор энергоносителей и энергетических ресурсов.

Для отдельных энергетических и технологических установок (электростанций, котельных, промышленных печей и т. п.) они должны быть выбраны на основе сравнительного анализа их экономичности. Размещение тепловых электростанций и выбор их топливной базы должны определяться по результатам оценки относительной экономичности транс-

порта, газа, нефти или нефтепродуктов, твердого топлива, электроэнергии.

В настоящее время ускоренными темпами происходят концентрация и комбинирование энергетического производства и централизация распределения электроэнергии, тепла и газа. В результате усиливается непосредственная связь между всеми звеньями энергетического хозяйства и единство всех процессов от производства энергетических ресурсов до потребления энергии включительно. Все это делает необходимым комплексное исследование и планирование развития балансов каждого вида энергоресурсов и энергоносителей и всех вместе взятых как в разрезе отдельных регионов, так и всей страны в целом методом топливно-энергетического баланса.

По определению Ю. И. Савенко и Е. О. Штейнгауза, топливно-энергетический баланс — это обобщающая характеристика объемов добычи, переработки, транспорта, преобразования и распределения первичных, переработанных и преобразованных видов топлива и энергии, начиная от стадии добычи топливно-энергетических ресурсов и кончая стадией транспорта всех видов топлива и энергии к энергопотребляющим установкам. В состав топливно-энергетического баланса, таким образом, входят следующие элементы: топливно-энергетические ресурсы (ТЭР), установки использования ТЭР и энергопотребляющие процессы.

Топливно-энергетические ресурсы представляют собой совокупность всех видов природного минерального топлива (угли, нефть, природные горючие газы, горючие сланцы, торф и др., ядерное топливо), побочных (вторичных) энергоресурсов промышленности, доступных для использования природных сил (гидравлическая, солнечная, ветровая энергия, энергия морских приливов и отливов, геотермальная и др.).

Установки использования ТЭР включают топливоперерабатывающие и энергопреобразующие предприятия, установки, производящие неэнергетическую продукцию на базе использования ТЭР.

Энергопотребляющие процессы — это все механические (силовые) термические и физико-химические процессы, связанные с производством материальных ценностей и улучшением бытовых условий человека.

Таким образом, топливно-энергетический баланс охватывает довольно большое число элементов, каждый из которых имеет свои специфические особенности технологии

получения и использования ТЭР, роли в производстве материальных ценностей, а также технико-экономических показателей. Многие из этих элементов заметно меняются в процессе технического прогресса в народном хозяйстве.

Нахождение оптимального варианта топливно-энергетического баланса требует анализа и оценки множества довольно широко изменяющихся факторов. Задача оптимизации ТЭБ в конечном счете сводится к определению наиболее рациональных путей обеспечения в течение заданного периода времени потребности народного хозяйства в топливе и энергии, при которых достигается минимум общественных трудовых затрат и создание необходимого задела для последующего развития энергетического хозяйства. Решение этой задачи возможно только при условии широкого применения методов математического моделирования и ЭЦВМ.

В настоящее время трудами советских ученых (Л. А. Мелентьева, А. А. Макарова, М. А. Рубина, А. Г. Вигдорчика, Л. В. Канторовича, А. С. Некрасова, И. М. Албегова, А. В. Воронина и др.) разработан довольно прогрессивный метод оптимизации топливно-энергетического хозяйства на базе математических моделей, основанный на применении ЭЦВМ.

Такой метод прежде всего требует создания математических моделей ТЭБ довольно большого объема, позволяющих учитывать все внутренние и внешние связи баланса, и разработки системы достоверной исходной информации. Эти модели и системы информации должны быть разработаны для оптимизации ТЭБ в разрезе временном (на разных этапах планирования или прогнозирования и уровнях развития), территориальном (страны, республики, района) и производственном (энергетического промышленного узла, крупного предприятия).

В свете изложенного могут и должны существовать различные типы и модификации эконометрической модели оптимизации топливно-энергетического хозяйства. В настоящее время более или менее полно разработаны следующие типы таких моделей.

Производственно - распределительная модель применяется для оптимизации в едином комплексе добычи топлива в основных бассейнах и месторождениях, магистральных потоков топлива и электроэнергии и размещения крупных тепловых электростанций, а также для выбора вида топлива и энергии для различных категорий энергетических установок. Она предназначена для мно-

говариантных расчетов, при прогнозировании оптимальных путей развития топливно-энергетического хозяйства на перспективу более 10 лет.

Система моделей, включающая модели угледобывающей и углеперерабатывающей промышленности, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, единой системы газоснабжения, единой электроэнергетической системы. Каждая из них, в свою очередь, подразделяется по территориальному признаку на районные системы и далее на подсистемы энергетических узлов, образуя иерархию вертикально и горизонтально взаимодействующих, но автономно функционирующих отраслевых систем. Эта система используется для оптимизации развития межрайонных топливных баз и топливоперерабатывающей промышленности, межрайонных потоков топлива и электроэнергии на период 5—10 лет.

Расширенная модель занимает промежуточное положение между вышеуказанными двумя. Она включает модели для оптимизации энергетического хозяйства промышленного узла или крупного предприятия. Эта модель применяется для оптимизации развития ТЭБ на период до 5 лет. Особое внимание в ней обращено на оптимизацию транспортно-энергетических связей и топливно-энергетического хозяйства районов и энергетических узлов предприятий.

Основным принципом построения указанных моделей является представление в них действительного развития топливно-энергетического хозяйства: в территориальном разрезе — путем замены реальной схемы размещения всех категорий потребителей условными центрами их сосредоточения в районе; технологическом — путем замены множества энергопотребляющих объектов ограниченным числом условных категорий потребителей; временном — путем замены непрерывного процесса развития топливно-энергетического хозяйства ступенчатым на различных статических уровнях в пределах заданного периода.

Вышеописанные методы оптимизации ТЭБ разработаны на заданный условный уровень развития энергопотребления и базируются на линейном программировании. При этом, как указано выше, условно принимается, что изменение объемов и структуры топливопотребления от уровня к уровню происходит скачкообразно и таким же образом меняется состояние топливодобывающих предприятий (ТДП) и топливо-транспортных магистралей (ТТМ).

В реальных условиях рост тепливопотребления происходит в общем случае постепенно и аналогично нарастают масштабы добычи топлива. Однако увеличение мощности ТДП и пропускной способности ТТМ, как правило, имеет скачкообразный характер в результате ввода очередных карьеров, шахт и скважин, новых (или параллельных) железных дорог и ниток газопроводов в качестве ТТМ. Следовательно, рост мощности ТДП и пропускной способности ТТМ сопровождается неизбежным (и весьма значительным) авансированием капиталовложений. Это обстоятельство принципиально не может быть учтено в статических моделях.

Весьма важной задачей является определение наивыгоднейшей последовательности сооружения (расширения) ТДП и ТТМ, что неизбежно требует оптимизации схемы топливоснабжения потребителей (т. е. оптимизации ТЭБ) на длительный временной период по минимуму суммарных затрат, приведенных за весь период. Решение такой задачи с помощью традиционных линейных экономико-математических моделей также не представляется возможным. Следовательно, на повестку дня ставится вопрос о разработке принципиально иных нелинейных динамических моделей. К сожалению, разработка таких моделей находится пока в стадии поиска. На этом пути предстоит преодолеть еще немало трудностей как методического, так и вычислительного характера. Тем не менее, в ряде случаев возможно хотя бы приближенно учесть некоторые элементы динамики при оптимизации ТЭБ. К таким случаям в первую очередь относится экономическая оценка эффективности освоения новых месторождений топлива.

Очевидно, объективно ответить на вопрос о том, выгодна ли добыча топлива на новом месторождении, можно только тогда, когда будет найден оптимальный срок пуска первого карьера, его наивыгоднейшие параметры, целесообразная очередность ввода новых карьеров и т. д. Приближенный путь решения этой задачи может быть осуществлен следующим образом. В первую очередь целесообразно в качестве переменных высшей иерархии принять оптимизируемые параметры нового месторождения, т. е. срок начала его эксплуатации, параметры, характеризующие кривую роста добычи топлива и т. д. Тогда для каждого временного интервала рассматриваемого многолетнего периода можно иметь вполне определенные технико-экономические показатели нового месторождения и с помощью традиционных ме-

тодов оптимизировать ТЭБ. По результатам расчетов определяются суммарные затраты (приведенные к концу или началу расчетного срока) с учетом авансирования капиталовложений по новому месторождению. Очевидно, суммарные затраты теперь можно рассматривать как некоторую функцию переменных высшей иерархии и спускаться по ним (с помощью любого подходящего численного метода) к глобальному оптимуму. В итоге будут найдены не только минимальные значения затрат (которые можно сравнить с минимальными затратами для случая, когда новое месторождение не осваивается), но и оптимальный срок освоения месторождения и наивыгоднейшие темпы его разработки.

В настоящее время оптимизируется, в сущности, приходная часть топливно-энергетического баланса без полного учета потребительского эффекта от использования различных видов энергетических ресурсов и энергии. Взаимное влияние приходной и расходной частей ТЭБ подлежит еще разработке. Для определенного учета влияния других отраслей топливно-энергетический комплекс рассматривается как неотъемлемая часть общей системы народного хозяйства. Это позволяет выявить внутренние и внешние связи общеэнергетической системы с остальными отраслями и учесть в определенной степени обратные экономические связи (в частности, потребительский эффект).

Для определения количественных показателей и характеристик ТЭБ Казахстана в обозримой перспективе, разумеется, необходимо иметь прогнозные показатели развития народного хозяйства и энергопотребления.

ПРОГНОЗНЫЕ УРОВНИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

Основными предпосылками для ускоренного развития энергетики в целом, в особенности электроэнергетики, являются масштабы и темпы развития народного хозяйства, в частности энергоемкой промышленности, и наличие соответствующих энергетических ресурсов. В Казахстане, как указано в главе II, такие объективные предпосылки имеются и есть все основания ожидать бурного развития в предстоящем будущем энергопотребления и энергетической промышленности.

Для правильного решения стратегических вопросов развития топливно-энергетического хозяйства очень важно знать прогнозные значения основных показателей развития всего народного хозяйства в обозримой перспективе. Долго-

срочный прогноз является основой для разработки системы комплексных программ по решающим проблемам технического прогресса и социально-экономического развития на длительный период. Стержнем развития всех отраслей народного хозяйства по праву считается энергетика, она оказывает существенное воздействие на структуру и темпы развития общественного производства и, наоборот, научно-технический прогресс в последнем во многом предопределяет масштабы и направление развития энергетического хозяйства. В связи с этим долгосрочный прогноз развития энергетики является важным звеном общего народнохозяйственного прогноза.

Прогнозные показатели развития энергетики в целом зависят от ряда взаимосвязанных частных прогнозов: энергопотребления — роста потребности в основных энергоносителях; технического прогресса — в преобразовании и применении энергии; запасов энергетических ресурсов и затрат на их добычу, транспорт и т. п.

Прогноз объема энергопотребления народным хозяйством можно осуществить, приняв за основу либо оценку полезно используемых ТЭР с последующим выбором энергоносителей для отдельных процессов потребления, либо оценку расходов подведенной к потребителям энергии в виде конечных энергоносителей.

Прием суммарного полезного расхода ТЭР позволяет отразить взаимозависимость развития всего народного хозяйства и роста энергопотребления, а также учесть взаимозаменяемость отдельных видов ТЭР. В этом случае соотношение между показателями развития народного хозяйства и общим расходом всех видов ТЭР становится более или менее устойчивым, что позволяет точнее оценить величину общей потребности в энергетических ресурсах. Однако практическое использование данного приема очень затруднено, поскольку необходимо при этом знать к. п. д. на всех стадиях преобразования и использования энергии. Этот метод в принципе представляет большой интерес для долгосрочного прогноза потребности в энергоносителях.

По второму приему определяется объем потребления энергии по отдельным ее видам, непосредственно используемым в потребительских установках (электрической энергии, тепла высокого, среднего и низкого потенциала, различных видов топлива). Он более прост для определения потребности в отдельных энергоносителях и сравнительно легко поддается математической обработке. Основной недо-

статок этого приема — необходимость оценки удельных расходов различных энергоносителей применительно к еще малоизученной технологии производства. В связи с этим данный прием наиболее применим для прогнозных целей ближней перспективы, в пределах которой трудно ожидать заметных изменений в технологических процессах.

Для количественной оценки общего объема энергопотребления отдельных отраслей и всего народного хозяйства данного региона и страны в целом существуют различные методы, однако в их основе в конечном счете лежит или учет изменений темпов роста показателей развития народного хозяйства (объем национального дохода, валовая продукция промышленности и сельского хозяйства, численность населения и т. п.) за предыдущий период, или выравнивание и экстраполяция имеющихся статистических данных по ним с использованием уравнений регрессии.

Наиболее емкими, собирательными и относительно стабильными являются удельные значения указанных показателей, отнесенные на душу населения (или на одного работающего) и на единицу выпускаемой продукции. К таким показателям, в частности, относятся: энерговооруженность и фондовооруженность труда (или населения), энергоемкость продукции, энерговооруженность национального дохода и т. п.

Энерговооруженность может быть выражена либо как общий расход всех видов топливно-энергетических ресурсов (включая моторное топливо) на одного жителя или котельно-печного топлива в *т* у. т. *чел.-год**, либо как общий расход всех видов энергии на одного жителя в *квт · ч/чел.-год.*

Расход всех видов энергии (электрической, тепловой, химической) на производство единицы продукции принято называть энергоемкостью последней. Этот показатель в значительной мере характеризует степень совершенства технологического процесса. В зависимости от степени улучшения производственного процесса заметно меняется структура используемой энергии и, как правило, в целом сокращаются расходы энергетических ресурсов на единицу продукции. Такая тенденция объясняется усовершенствованием технологического процесса, увеличением коэффициента

---

* *Т* у. т.— тонна условного топлива, т. е. топлива, пересчитанного на теплоту сгорания 7000 *ккал/кг*. Например, 1 *т* экибастузского угля с теплотой сгорания 4050 *ккал/кг* равна $\frac{4050}{7000} = 0{,}58$ *т* у. т.

полезного использования первичных энергоресурсов и ростом производительности труда.

В потреблении отдельных видов энергии в общем наблюдаются следующие тенденции. Расход топлива на единицу массы продукции, т. е. топливоемкость ее, систематически снижается. Удельный расход электроэнергии, т. е. электроемкость продукции, наоборот, закономерно растет. Это объясняется изменением структуры энергопотребления в сторону значительного увеличения удельного веса электроэнергии в технологическом цикле производства. Так, например, расход электроэнергии на переработку нефти за последние 30 лет увеличился в 15 раз. Удельный расход тепловой энергии в целом имеет тенденцию к некоторому снижению. Это происходит, главным образом, в результате совершенствования уже сложившихся традиционных технологических циклов. В ряде отраслей удельный расход тепловой энергии все же заметно увеличивается, например, в химической промышленности, промышленности строительных материалов и в некоторых других.

Для прогнозных оценок весьма полезно проследить тенденции изменения расхода энергии на производство единицы национального дохода, т. е. энергоемкость национального дохода. Как показывает анализ соответствующих данных, эта величина имеет явно выраженное стремление к снижению. На 1000 рублей национального дохода валовое потребление энергии в народном хозяйстве нашей страны составило (в *т* у. т.): в 1950 г.—6,1, в 1960 г.—4,8, в 1965 г.—4,6, а в 1973 г.— 4,0. Эта тенденция, очевидно, сохранится и на будущее время, разумеется, с гораздо меньшими темпами изменения и будет асимптотически приближаться к определенной, относительно стабильной величине.

Как показывает анализ статистических данных и результатов исследований многих авторов, между объемом валовой продукции промышленности и производительностью труда, с одной стороны, и энерговооруженностью труда, с другой, существует явно выраженная закономерная связь. Темпы роста выпуска валовой продукции промышленности заметно выше темпов роста общей энерговооруженности труда. Коэффициент этого опережения в нашей стране систематически растет (при индексе 1950 г.— 1): в 1960 г.— 1,8, в 1965 г.— 2; в 1970 г.— 2,6, а в 1973 г.— 2,9.

Национальный доход страны также опережает в своем росте энерговооруженность населения. Коэффициент этого

опережения составил (при индексе 1950 г.— 1): в 1960 г.— 1,52, в 1965 г.— 1,68, в 1970 г.— 2,04, а в 1973 г.— 2,11.

Энерговооруженность труда интегрально отражает важнейшие элементы социалистического расширенного воспроизводства, а именно: объем валовой продукции и производительность труда, объем энергопотребления и энергоемкость продукции. Поэтому энерговооруженность труда является наиболее емким и собирательным показателем для характеристики общего объема энергопотребления в народном хозяйстве. Величина этого показателя объективно отражает определенный этап развития производительных сил страны в целом и отдельных ее регионов.

По Советскому Союзу энерговооруженность населения за последние 20 лет изменялась следующим образом: в 1950 г.— 1,9, в 1960 г.— 3,2, в 1965 г.— 4,0, в 1970 г.— 4,8 *т* у. *т/чел.-год*, в 1975 г.— 5,8, а в 1980 г.— предположительно 7,2 *т* у. *т/чел.-год*. Величина этого показателя в целом по Казахстану составляла в 1950 г.— 1,5, в 1960 г.— 2,9, в 1965 г.— 3,6, в 1970 — 4,3, в 1975 г.— 5,3, а в 1980 г., вероятно, 6,7 *т* у. т./чел.-год.

Динамика роста энерговооруженности населения по ряду зарубежных стран характеризуется данными, приведенными в таблице 5 (*т* у. *т/чел.-год*).

Таблица 5

Страны	1955 г.	1960 г.	1965 г.	1970 г.
США	7,6	8,05	9,2	11,0
Англия	5,0	4,95	5,18	5,31
Франция	2,18	2,42	2,95	4,27
ФРГ	3,3	3,82	4,4	5,65
Канада	—	5,7	7,67	8,20
Чехословакия	3,9	4,77	5,12	5,55
Польша	2,54	3,0	3,5	3,62
ГДР	3,78	4,66	5,47	5,86

В долгосрочном прогнозировании уровня энергопотребления основополагающее значение имеют указанные выше удельные значения обобщающих показателей развития народного хозяйства и энергопотребления. Важным здесь является установление тенденции их развития во временном разрезе. Для определения значения темпов изменения этих показателей обозримый период целесообразно рассматривать по нескольким временным этапам.

При долгосрочном прогнозе наряду с совершенной методикой определяющее значение имеет степень достоверности исходной информации. Развитие народного хозяйства в целом и отдельных его отраслей зависит от многочисленных и разнообразных трудноопределяемых заранее факторов.

Система информации еще очень несовершенна и разработка ее требует большого объема исследований. Имеющиеся у нас на сегодня статистические данные за прошлый период не обеспечивают необходимых для прогноза сведений. Поэтому получаемые конечные прогнозные данные будут носить вероятностный характер. Это значит, что к какому-то прогнозному сроку искомый показатель может равновероятно иметь два значения (от — до) какой-то величины, или, наоборот, данный показатель может равновероятно достичь определенного значения за тот или иной период времени. Эта зона равновероятных значений представляет собой зону неопределенности прогноза. В нашей книге «Основы развития энергетики Казахстана» продолжительность зоны указанной неопределенности принята в два года для I этапа, в три — для II этапа и в пять лет — для III этапа.

Таким образом, продолжительность первого временного этапа нами принимается условно в 5—7 лет, второго — 7—10 лет, третьего — 10—15 лет. Для 12—15-летнего периода первых двух этапов можно с относительно более высокой степенью достоверности дать прогноз развития энергопотребления. Для реализации результатов крупных научно-технических достижений, как показывает мировой и отечественный опыт, требуется срок порядка 10—15 лет. Этот момент очень важен, поскольку прогноз на такой срок может и должен базироваться в основном на современных достижениях науки и техники.

Следует также иметь в виду, что в предстоящий период в республике будет значительно расти удельный вес энергоемкой промышленности. В связи с этим есть все основания полагать, что прирост энерговооруженности в республике будет больше, чем по всему Советскому Союзу. Результаты проработок прогнозного характера, выполненных с учетом изложенного, показывают, что суммарная энерговооруженность населения Казахской ССР увеличится на I этапе примерно до 6,7, на II этапе — до 9,8, а на III этапе — до 12,6 *т* у. *т/чел.-год*.

В Казахском научно-исследовательском институте энергетики (Ж. Х. Хасеновым, Н. С. Куленовым и др.) под руко-

водством автора настоящей книги проведены определенные исследования по долгосрочному прогнозированию удельных показателей уровня развития народного хозяйства республики и энергопотребления на душу населения и единицу продукции. Результаты этих работ приведены в таблице 6.

Таблица 6

Показатели развития народного хозяйства и энергопотребления	Единицы измерения	1970 г.	1975 г.	Этапы развития		
				I	II	III
Валовой общественный продукт	тыс. руб. / чел.	2,0	2,8	3,6	5,8	7,9
Национальный доход	„	0,9	1,3	1,7	2,7	3,7
Электроемкость валового общественного продукта	тыс. *квт·ч.* / руб.	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Электроемкость национального дохода	„	3,0	3,2	3,3	3,6	3,7
Энергоемкость валового общественного продукта	*т* у. т./руб.	2,1	1,9	1,8	1,7	1,6
Энергоемкость национального дохода	„	4,5	4,3	4,0	3,7	3,4
Энерговооруженность населения:						
а) суммарная	*т* у. т./чел.	4,3	5,3	6,7	9,8	12,6
б) частная (по взаимозаменяемым видам энергии)	„	3,1	4,0	5,0	7,6	10,0
Электровооруженность	тыс. *квт·ч.* / чел.	2,8	4,1	5,5	9,5	13,6
Топливно-электрический коэффициент	*квт·ч.* / *т* у. т.	885	1010	1100	1250	1360

Как следует из таблицы, за рассматриваемый период валовой общественный продукт и национальный доход увеличатся примерно в 4 раза, суммарная энергоемкость — в 3 раза, электровооруженность — в 5 раз. Электроемкость валового общественного продукта и национального дохода имеют тенденцию постепенно увеличиваться, а их энергоемкость, наоборот, уменьшаться. Указанные цифры роста и тенденции в динамике основных показателей развития народного хозяйства и энергопотребления в целом довольно близки к аналогичным по Союзу.

Данные таблицы 6 свидетельствуют о том, что энергетическое хозяйство и впредь будет развиваться высокими темпами. Это подтверждают также данные роста абсолютных величин потребления основных видов энергоносителей по Казахстану, полученные в КазНИИЭ в результате соответствующих прогнозных расчетов (табл. 7).

Таблица 7

Топливно-энергетические ресурсы и энергоносители	Годы		Этапы развития					
			I		II		III	
	1970	1975	потребление	рост против 1970 г.	потребление	рост против 1970 г.	потребление	рост против 1970 г.
Всего ТЭР, млн. *т* у. т.	54,3	74	100	1,9	175	3,2	260	4,8
В т. ч. взаимозаменяемые (котельно-печное топливо), млн. *т* у. т.	41,2	56	80	1,9	140	3,4	210	5,1
Электроэнергия, млрд. *квт·ч.*	36,4	58	85	2,3	170	4,7	280	7,7
Тепло, млн. *Гкал*	84,0	120	160	1,9	260	3,1	390	4,7

Приведенные цифры роста энергопотребления по сравнению с 1970 г. объективно свидетельствуют о весьма ускоренном развитии всего народного хозяйства республики в прогнозируемый период.

Для целей составления перспективного ТЭБа республики важное значение имеет распределение общего объема энергопотребления по основным ее энерго-экономическим зонам в разрезе главных энергоносителей. Полученные в КазНИИЭ данные по этому вопросу приведены в таблице 8 (в %).

Из таблицы видно, что по расходу топливно-энергетических ресурсов (котельно-печного топлива) северные и центральные области занимают первое место и на их долю падает около 60% всех расходуемых ТЭР, на втором месте — южные области (22—24%), на третьем — восточные и западные (по 8—10%). Такое распределение энергопотребления объективно отражает наиболее вероятное направление и масштабы развития народного хозяйства, его структуру и энергоемкость. Столь большие масштабы энергопотребления в Северном и Центральном Казахстане обусловлены потенциальными возможностями индустриального развития района (цветная и черная металлургия,

Таблица 8

Регион	Виды энергоносителей	1970 г.	1975 г.	Этапы развития		
				I	II	III
Запад . . .	Электроэнергия	9	9	9	9	9
	Тепло	10,1	10	11	12	12
	Топливо	12,2	11	10	9	8
Север и	Электроэнергия	52	50	49	49	49
Центр . . .	Тепло	52	51	50	50	49
	Топливо	55,3	57	58	59	60
Восток . .	Электроэнергия	17	15	12	11	11
	Тепло	13,4	13	12	11	11
	Топливо	10,8	10	10	9	8
Юг	Электроэнергия	22	26	30	30	31
	Тепло	24,5	26	27	27	28
	Топливо	21,7	22	22	23	24

машиностроение, угольная и энергетическая промышленность), в частности, развитием энергоемкой промышленности. Значительный объем энергопотребления на юге республики объясняется главным образом большими перспективами развития здесь энергоемкой химической (фосфорной) промышленности на базе богатейших запасов фосфоритов Каратау. Восточный Казахстан в указанном отношении постепенно будет уступать место северным, центральным и южным областям, хотя абсолютные объемы энергопотребления и здесь будут значительно расти.

В развитии энергетического хозяйства важное значение имеет структура энергопотребления. Она, в частности, характеризует относительный темп роста основных отраслей народного хозяйства и вытекающие из него требования к масштабу и режиму энергоснабжения, очень важные для планирования развития энергетики. Проведенные в КазНИИЭ исследования в этом направлении позволяют оценить вероятную структуру энергопотребления в прогнозируемый период. Эти данные приводятся ниже в таблицах 9, 10 и 11.

Приведенные в таблицах 9, 10, 11 данные показывают, что в рассматриваемый период в энергопотреблении будет иметь место постепенное увеличение удельного веса сельскохозяйственного производства, быта и сферы обслуживания, а также электроэнергии как энергоносителя. Такое положение в целом правильно отражает направление технического прогресса.

Таблица 9

Структура электропотребления (%)

Отрасли народного хозяйства	Годы		Этапы развития		
	1970	1975	I	II	III
Промышленность и строительство. .	63,3	63,0	62	60	58
Сельскохозяйственное производство	4,4	4,8	5	6	7
Транспорт	5,5	5,5	5	5	5
Быт и сфера обслуживания . . .	13,4	14,8	17	19	21
Потери и собственные нужды . . .	13,4	11,9	11	10	9
Итого	100	100	100	100	100

Таблица 10

Структура потребления тепла (%)

Отрасли народного хозяйства	Годы		Этапы развития		
	1970	1975	I	II	III
Промышленность и строительство *	42,3	44,0	45	47	49
Сельскохозяйственное производство	2,7	3,0	3	4	4
Транспорт	3,0	2,8	3	2	2
Быт и сфера обслуживания . . .	49,6	48,0	47	45	43
Потери и собственные нужды электростанций	2,4	2,2	2	2	2
Итого	100	100	100	100	100

Таблица 11

Структура потребления взаимозаменяемого топлива (%)

Расход топлива	Годы		Этапы развития		
	1970	1975	I	II	III
На выработку электроэнергии** . .	29,2	32,0	36	41	46
На выработку тепла (от ТЭЦ, котельных и индивидуальных установок).	40,7	39,0	37	34	33
Непосредственное потребление . .	26,7	26,0	24	22	19
Потери	3,4	3,0	3	3	2
Итого	100	100	100	100	100

* С учетом потребности тепла для комбыта отраслей.

** С учетом потребности эквивалентного топлива на выработку ГЭС и на электроэнергию, получаемую (за вычетом выдаваемой из Казахстана) из других республик.

Перспективный топливно-энергетический баланс Казахстана, одной из крупнейших союзных республик СССР, представляется целесообразным рассмотреть в общем плане развития ТЭБ всей страны. В этой связи в таблицах 12, 13, 14 и 15 нами дается примерная структура потребления в Советском Союзе энергоресурсов и отдельных видов энергоносителей, составленная по предположительным данным ряда специалистов в свете современных воззрений.

Таблица 12

Структура потребления энергоресурсов (%)

Наименование энергоресурсов	Годы		Этапы развития		
	1970	1975	I	II	III
Нефть и продукты ее переработки. .	37,0	37	37	32	28
Природный и попутный газ . . .	17,0	23	28	32	36
Уголь и продукты его переработки. .	32,6	29	25	22	19
Прочие виды энергоресурсов . . .	13,0	10	8	7	6
Атомная энергия	0,4	1	2	7	11
Итого	100	100	100	100	100

Таблица 13

Структура потребности в электрической энергии (%)

Отрасли народного хозяйства	Годы		Этапы развития		
	1970	1975	I	II	III
Промышленность и строительство* .	63,5	62,4	61	59	56
Сельскохозяйственное производство.	2,6	3,5	4	5	6
Транспорт	7,5	7,1	6	5	5
Быт и сфера обслуживания . . .	13,2	15,0	16	19	22
Потери и собственные нужды электростанций	13,2	13,0	13	12	11
Итого	100	100	100	100	100

Из анализа данных таблиц 12, 13, 14 и 15 можно сделать следующие выводы.

1. В структуре энергопотребления страны постоянно растет доля природного газа, нефти и атомной энергии, доля же угля уменьшается.

* Без собственных нужд электростанций.

Таблица 14

Структура потребности в тепле (%)

Отрасли народного хозяйства	Годы		Этапы развития		
	1970	1975	I	II	III
Промышленность и строительство. .	45,0	45,5	46,0	48	50
Сельскохозяйственное производство .	2,6	3,2	3,6	4	4
Транспорт	3,1	2,9	2,7	2	2
Быт и сфера обслуживания . . .	47,3	46,6	46,2	45	43
Потери	2,0	1,8	1,5	1	1
Итого	100	100	100	100	100

Таблица 15

Структура потребности во взаимозаменяемых видах топлива (%)

Расход топлива	Годы		Этапы развития		
	1970	1975	I	II	III
На выработку электроэнергии . . .	26,8	28,3	30	38	46
На выработку тепла (от ТЭЦ, районных котельных, индивидуальных установок)	42,5	41,7	41	39	37
Непосредственное потребление . .	27,4	27,0	26	20	15
Потери	3,3	3,0	3	3	2
Итого	100	100	100	100	100

2. Увеличивается доля электроэнергии в общем полезном расходе энергии (1970 г.— 11,0%, I этап — 16,0%, II этап — 21%) и в этой связи имеет место постоянное увеличение удельного веса электростанций в общем потреблении топливно-энергетических ресурсов (1970 г.— 26,8%, на I этапе — 30%, на II — 38% и на III — 46%).

3. Доля ТЭР, расходуемых непосредственно на производство тепла, постепенно уменьшается.

4. Удельный вес энергопотребления промышленностью и строительством несколько уменьшается.

5. Постоянно увеличивается доля потребления энергоресурсов сельским хозяйством и сферой бытового обслуживания.

В развитии топливно-энергетического хозяйства Советского Союза в прогнозируемый период, вероятно, будут характерны также следующие общие тенденции:

— постоянное повышение количества полезно потребляемой энергии на одного жителя (1960 г.— 5,9 *Гкал/чел.*, 1970 г.— 13,2 *Гкал/чел.*, I этап — около 20 *Гкал/чел.*, II этап — 28 *Гкал/чел.*) и снижение расхода энергии на единицу национального дохода;

— рост доли энергии, расходуемой на силовые, химические и высокотемпературные процессы и снижение таковых на средне- и низкотемпературные процессы;

— повышение коэффициента полезного использования тепла потребляемых энергетических ресурсов (в 1960 г.— 29%, в 1970 г.—30%, в ближайшей перспективе ~ 33%).

Как показывает общий анализ и сравнительная оценка полученных прогнозных характеристик перспективных ТЭБ, отмеченные выше общие тенденции развития топливно-энергетического хозяйства Советского Союза в целом будут иметь место и в энергетике Казахстана. Но для ТЭБ республики будут характерны некоторые особенности.

1. В прогнозируемый период в приходной части ТЭБ Казахстана уголь как энергетическое топливо будет занимать доминирующее место (до 50—60%), тогда как эта цифра в ТЭБ страны может снизиться до 20—25%. Такая роль угля в энергетике республики правильно отражает реальную структуру энергоресурсов республики.

2. Приходная часть ТЭБ Казахстана превышает расходную, т. е. является активной (избыточной), в связи с чем она может принять участие в покрытии дефицита в энергоресурсах соседних районов РСФСР — Урала.

3. Экономика топливно-энергетического хозяйства Казахстана в целом и отдельных его районов в значительной степени зависит от объема выделяемых республике газа и мазута, в связи с чем вопрос обеспечения республики этими видами энергоресурсов должен быть решен положительно.

ПРИХОДНАЯ ЧАСТЬ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА КАЗАХСТАНА

Топливно-энергетический баланс, как и всякий баланс, состоит из двух частей — приходной и расходной. Обе эти части непрерывно меняются главным образом по причине возрастающего роста потребления всех видов энергии и ТЭР, технического прогресса в добыче и переработке топли-

ва, генерировании, транспортировке и потреблении энергии, а также в результате взаимозаменяемости и конкуренции различных видов энергии и ТЭР.

В предыдущем параграфе рассмотрены основные характеристики развития расходной части ТЭБ Казахстана — структуры и прогнозных уровней энергопотребления. Здесь же освещается развитие приходной части ТЭБ и характер изменения ее структуры в прогнозируемый период в разрезе принятых нами этапов развития народного хозяйства.

Определение обобщающей характеристики добычи и переработки топливно-энергетических ресурсов и целесообразной структуры их для покрытия потребности народного хозяйства в энергии в динамике развития является важнейшим вопросом оптимизации ТЭБ. Здесь основным критерием оценки должно быть достижение минимума народнохозяйственных издержек (расчетных затрат) при максимальном удовлетворении заданного уровня потребности в энергии. Одним из главных мероприятий для достижения этой цели является нахождение целесообразной структуры производства и использования ТЭР. Как показывают соответствующие исследования и практика многих стран мира, улучшение структуры приходной части ТЭБ в указанном выше отношении должно идти в направлении увеличения доли в нем высококалорийных видов топлива. Этим объясняется то, что в структуре ТЭБ повсеместно, из года в год увеличивается доля нефти, газа и ядерного горючего. По мнению многих специалистов, общий удельный вес в ТЭБ квалифицированных видов топлива и впредь будет увеличиваться, хотя доля каждого из них непрерывно будет меняться.

Некоторые авторы предполагают, что в структуре приходной части ТЭБ мира в последней четверти XX века доля высококалорийных видов топлива будет также увеличиваться, а доля твердого топлива соответственно уменьшаться, и прогнозируют следующую структуру (в %, табл. 16).

Таблица 16

Виды энергоресурсов	1980 г.	1990 г.	2000 г.
Твердое топливо	22	15	10
Нефть и природный газ	74	76	69
Атомная энергия	4	9	21

Снижение доли угля в ТЭБ связано с экономическим эффектом, получаемым за счет использования природного газа и нефти. Этот эффект исчисляется разницей в расчетных затратах по добыче и транспортировке газа и нефти по сравнению с соответствующими затратами на добычу и траспортировку угля, а также потребительским эффектом, получаемым от реализации в энергетических установках более качественных видов топлива.

Такая тенденция ожидается и в структуре перспективного топливного баланса ряда промышленно развитых капиталистических стран. По данным некоторых специалистов, в США в 1985 г. добыча нефти будет несколько ниже уровня 1970 г., добыча же природного газа снизится примерно на 40%, несмотря на это за счет импорта природного газа и нефти структура топливного баланса США будет все же улучшаться. В литературе приводится следующая ориентировочная структура приходной части баланса топлива США (в %, табл. 17).

Таблица 17

Виды энергоресурсов	1965 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.
Уголь	22,8	20,3	18,8	18,2
Нефть и нефтепродукты	39,9	35,9	34,0	32,5
Природный и сжиженный газ	33,5	35,3	35,2	32,4
Гидроэнергия	3,7	3,2	3,0	2,9
Атомная энергия	0,1	5,3	11,0	14,0
Итого	100	100	100	100

В ФРГ хотя и имеются большие запасы углей, но в перспективе удельный вес нефти и природного газа значительно увеличится, а угля снизится к 1985 г. до 30% по сравнению с

Таблица 18

Виды энергоресурсов	1968 г.	1985 г.
Уголь	43,3	13,0
Нефть	49,7	56,8
Природный газ	3,1	14,0
Гидроэнергия	3,1	1,3
Ядерная энергия	0,2	14,6
Прочие энергоресурсы	0,6	0,3

1968 г. В литературе встречаются следующие данные о структуре расхода первичных энергоресурсов в ФРГ (в %, табл. 18).

Доля высококалорийных видов топлива в ТЭБ Советского Союза также будет значительно расти. В свете данных отдельных специалистов, мы полагаем, будет иметь место следующая структура производства первичных топливно-энергетических ресурсов в СССР (в %, табл. 19).

Таблица 19

Наименование энергоресурсов	Годы		Этапы развития		
	1970	1975	I	II	III
Уголь	32	28	25	22	20
Нефть	40,9	41	39	33	28
Природный и попутный газ	17,8	23	28	34	38
Гидроэнергия	3	2	1	1	1
Атомная энергия	0,4	0,5	2	6	10
Прочие виды топлива (включая импорт)	5,9	5,5	5	4	3
Итого	100	100	100	100	100

Отмеченная выше тенденция в структуре энергоресурсов наблюдалась и в Казахской ССР (в %, табл. 20).

Таблица 20

Виды топлива	1960 г.	1965 г.	1970 г.
Природный и сжиженный газ	—	3,8	14,0
Мазут	7,6	8,6	11,0
Прочие виды топлива	2,4	2,6	1,4
Итого	100	100	100

Как это будет показано ниже, в структуре приходной части ТЭБ республики в прогнозируемый период и впредь может иметь место тенденция роста доли нефти и газа.

Оптимальный топливно-энергетический баланс, в частности структура его приходной части, зависит от ряда факторов, среди которых особо важное значение имеют: дислокация основных отраслей народного хозяйства и структура энергопотребления; расположение и состав важнейших

энергетических ресурсов и экономика их добычи, переработка и транспортировка до главных районов потребления; запасы, структура и экономика производства и транспортировки энергоресурсов сопредельных с рассматриваемыми районами, потребность в ТЭР соседних районов; потребительский эффект от применения того или иного вида энергоресурсов, размеры территории, в пределах которой оптимизируется ТЭБ.

В условиях Казахстана каждый из перечисленных факторов имеет очень большое значение при формировании оптимальной структуры приходной части перспективного ТЭБ.

Разработка основных положений оптимального топливно-энергетического баланса республики при глубоком анализе и максимальном учете указанных факторов, а также масштабов, структуры и дислокации энергопотребления (см. «Прогнозные уровни энергопотребления» в данной главе) является предметом исследований большого объема. В этом направлении в КазНИИЭ (Сартаевым Т. С. и др.) под руководством автора настоящей книги проведены значительные работы, позволяющие сделать некоторые общие выводы принципиального характера. Ниже вкратце остановимся на них.

Как указано в главе II, основные виды топливно-энергетических ресурсов распределены по территории республики крайне неравномерно. Подавляющая часть запасов угля находится в Северном и Центральном Казахстане. В Западном Казахстане сосредоточены известные на сегодня промышленные запасы нефти и природного газа республики. Такое распределение запасов, естественно, в значительной степени влияет на оптимальную структуру топливодобычи. Западный и Северный Казахстан граничат с европейской частью СССР, где ожидается значительный дефицит в топливе. В то же время Восточный и Южный Казахстан граничат, соответственно, с Западной Сибирью и Средней Азией, где имеются большие запасы угля, природного газа и гидравлической энергии. Этими условиями определяются имеющиеся и ожидаемые межрайонные перетоки энергоресурсов, которые могут заметно влиять на структуру топливоснабжения республики.

По данным ЦСУ при Совете Министров Казахской ССР, в структуре топливоснабжения республики значительный удельный вес занимают энергоресурсы соседних республик (Узбекская ССР и РСФСР). В этом отношении за период 1960—1970 гг. наблюдалась следующая картина (в %).

Таблица 21

Виды топлива	1960 г.	1965 г.	1970 г.
Уголь (всего)	90,1	85,0	73,7
в том числе привозной	36,0	26,0	24,0
Природный и сжиженный газ	—	3,8	14,0
Мазут	7,5	8,6	11,0
Прочие	2,4	2,6	1,3
Итого	100	100	100

Как видно из данных таблицы 21, доля привозного угля за указанный период из года в год уменьшалась, а удельный вес природного газа и нефти возрос с 7,5% до 25%. В то же время значительное количество казахстанских углей вывозится в другие республики. По данным ЦСУ при Совете Министров КазССР, в 1970 г. в РСФСР вывезено 13 млн. *т* карагандинских и 12 млн. *т* экибастузских углей. Подобная тенденция, по всей вероятности, будет характерна и в течение ближайшей перспективы.

В настоящее время нет ясного представления относительно общего объема природного газа, который можно будет использовать в прогнозируемой перспективе в качестве энергоресурсов, и целесообразного распределения его между отдельными отраслями народного хозяйства Казахстана.

Как показывают исследования, природный газ, включаемый в ТЭР республики, оказывает существенное влияние на структуру ТЭБ и распределение топлива между отдельными отраслями народного хозяйства, а также на общий объем затрат на топливоснабжение всего региона.

При современном уровне изученности газоносных месторождений в прогнозируемой перспективе природный газ, вероятно, будет поступать в Казахстан из Средней Азии. Как энергетическое топливо в республике его выгодно использовать в первую очередь для промышленных печей, затем — для районных котельных и индивидуальных отопительных установок и лишь в последнюю очередь — для тепловых электростанций. Соответствующие проработки показывают, что с увеличением потока газа он прежде всего будет вытеснять экибастузские угли, в связи с чем потребление последних в республике уменьшится. При этом изменится в основном топливный баланс тепловых электростанций.

Такое положение будет иметь место в результате того, что на первом этапе развития замыкающим топливом Казахстана, вероятно, будут экибастузские угли. В качестве замыкающего потребителя должны выступать тепловые электростанции, поскольку для них разница потребительского эффекта от применения того или иного вида топлива очень мала.

С увеличением потока среднеазиатского газа заметно снизятся суммарные затраты на топливоснабжение республики. Величина такого снижения зависит от уровня энергопотребления, поскольку при этом могут меняться структура и масштабы потребности в топливе по отдельным районам и количества энергоресурсов, поступающих из других республик.

Проведенный специальный анализ этого вопроса показал следующее снижение расчетных затрат (в %, табл. 22).

Таблица 22

Этапы развития народного хозяйства	Величина потока газа из Средней Азии, млн. т у. т.						
	5	10	15	20	25	30	35
Первый	4,2	7,8	11,4	12,2	—	—	—
Второй	3,6	7,2	10,8	14,3	17,1	19	20

КазНИИЭ определены максимально эффективные объемы использования среднеазиатского природного газа (СПГ) в Казахстане. Под такими объемами понимается поток СПГ, при котором затраты на топливоснабжение еще снижаются, а при дальнейшем его увеличении суммарные затраты уже возрастают. В результате расчета получены следующие объемы максимального использования среднеазиатского природного газа в Казахстане: на I этапе — порядка 17, на II этапе — около 35 млн. *т* у. т.

Изменение структуры ТЭБ Казахстана в зависимости от объема потока природного газа для I этапа дается в таблице 23 и на рисунке 1.

Из приведенных в таблице 23 данных следует, что в структуре приходной части ТЭБ Казахстана уже в ближайшей перспективе газ займет заметное место.

На втором этапе развития энергопотребления республики, как показывают соответствующие исследования, наряду с дальнейшим ростом добычи экибастузского угля необхо-

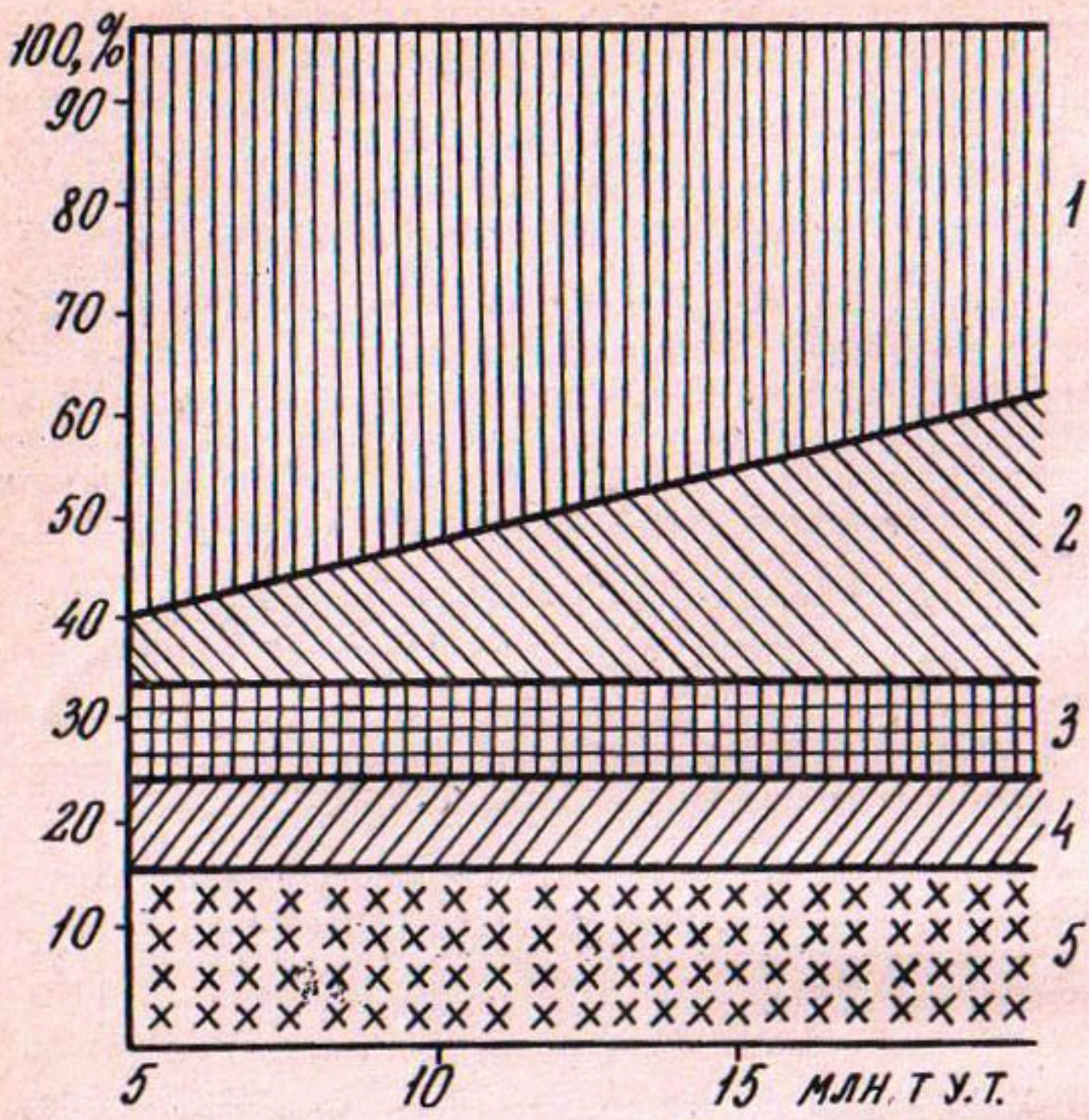


Рис. 1. Структура приходной части ТЭБ Казахстана в зависимости от поступления среднеазиатского природного газа на I этапе развития. *1* — экибастузский уголь; *2* — среднеазиатский природный газ; *3* — мазут; *4* — майкюбенский уголь; *5* — карагандинский и куучекинский угли.

Таблица 23

Наименование энергоресурсов	Объемы поступления среднеазиатского газа, млн. *т*·у. т.						
	5	7	9	11	13	15	17
Карагандинский и куучекинский угли	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
Майкюбенский уголь	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Мазут	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Среднеазиатский природный газ	7,0	9,5	12,5	15,5	18,5	21,0	24,0
Экибастузский уголь	57,0	54,5	51,5	48,5	45,5	43,0	40,0
Итого	100	100	100	100	100	100	100

дима добыча угля в Тургайском бассейне и он должен принять участие в ТЭБ Казахстана. В этом случае роль замыкающего топлива, вероятно, будут выполнять тургайские угли и уровень их потребления в республике будет определяться объемом поступления в Казахстан природного газа.

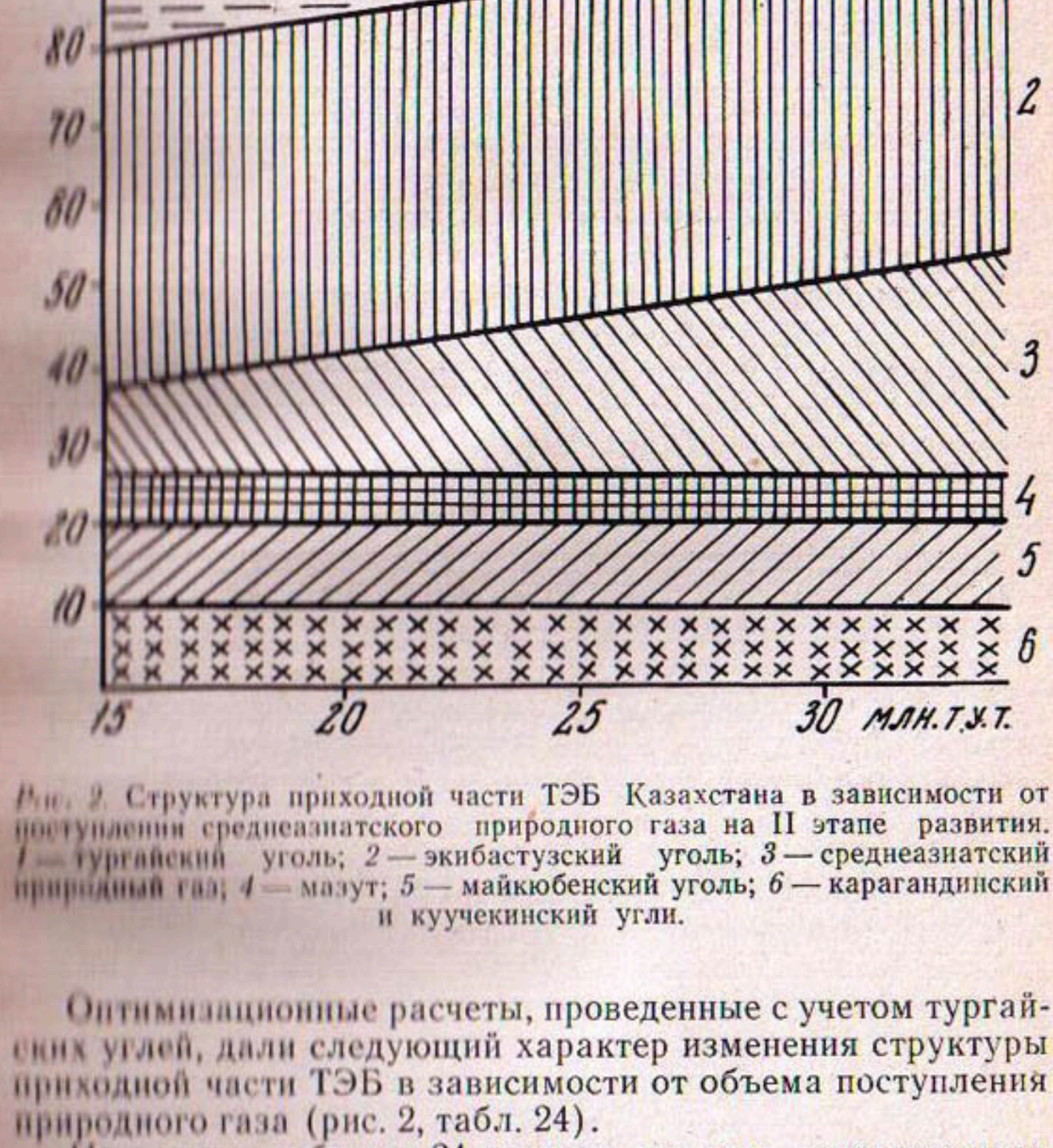


Рис. 2. Структура приходной части ТЭБ Казахстана в зависимости от поступления среднеазиатского природного газа на II этапе развития. *1* — тургайский уголь; *2* — экибастузский уголь; *3* — среднеазиатский природный газ; *4* — мазут; *5* — майкюбенский уголь; *6* — карагандинский и куучекинский угли.

Оптимизационные расчеты, проведенные с учетом тургайских углей, дали следующий характер изменения структуры приходной части ТЭБ в зависимости от объема поступления природного газа (рис. 2, табл. 24).

Из данных таблицы 24 следует, что при сохранении на одном уровне участия в ТЭБ других энергоресурсов доля тургайских углей в зависимости от объема поступающего

Таблица 24

Наименование энергоресурсов	Объемы среднеазиатского газа, млн. *ту.* т.				
	15	20	25	30	35
Карагандинский и куучекинский угли.	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Майкюбенский уголь	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Мазут	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Среднеазиатский природный газ . .	11,0	16,0	20,0	24,0	28,0
Экибастузский уголь	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
Тургайский уголь	20,5	15,5	11,5	7,5	3,5
Итого	100	100	100	100	100

газа довольно сильно меняется (от 20,5% до 3,5% при росте объема газа соответственно от 15 до 35 млн. *т* у. т.).

В приходной части топливно-энергетического баланса, как следует из приведенных выше примерных структур, в прогнозируемый период (II этап) большой удельный вес (до 70—75%) занимают угли, на III этапе таковой, вероятно, также будет довольно высоким. В связи с этим необходимо рассмотреть оптимальные масштабы и темпы добычи углей в республике на этот период.

Среди большого количества месторождений энергетических углей, при сегодняшнем уровне геологической изученности, наиболее крупными и перспективными для разработки являются Карагандинский, Тургайский, Экибастузский и Майкюбенский бассейны. В настоящее время разрабатываются Карагандинский и Экибастузский бассейны.

Карагандинский уголь по запасам и масштабам добычи является третьим в Советском Союзе и успешно обеспечивает производство большого объема коксующихся углей. Угледобыча на Экибастузском месторождении в 1975 г. должна быть доведена до 47 млн. *т*, т. е. будет освоено около 40—45% предельной его мощности. Есть все основания полагать, что в прогнозируемый период мощность этого месторождения будет освоена полностью.

В настоящее время большая часть экибастузского угля вывозится за пределы Казахстана, главным образом на Урал, где на этом угле работают многие тепловые электростанции. В перспективных плановых наметках предусматривается привлечение значительных объемов экибастузского

угля для энергоснабжения Урала путем непосредственной транспортировки его или передачи электроэнергии по ЛЭП.

Научные и проектные проработки показали, что из Экибастуза на Урал выгоднее передавать электроэнергию по сравнению с железнодорожными перевозками угля. Это положение сейчас принято как исходное при проектировании Павлодарско-Экибастузского топливно-энергетического комплекса. Ведутся исследовательские и проектные работы по ЛЭП Экибастуз — Урал длиной более 1000 *км*. Эта электромагистраль будет построена, вероятно, в следующем десятилетии. Экибастузская энергия на западе станет наиболее дешевой и, казалось бы, нужно стремиться передавать ее туда как можно больше. Однако эта передача ограничивается возможностями угледобычи и потребностями ее на месте.

Как показывают прогнозные расчеты, примерно в середине II этапа развития возможности дальнейшего прироста мощности экибастузского комплекса начнут постепенно исчерпываться. К этому времени нужно приурочить создание Тургайского топливно-энергетического комплекса. На него необходимо постепенно перекладывать экспорт энергии и топлива в западные районы страны, а освобождающиеся при этом мощности Экибастузского комплекса переключать на покрытие растущих нагрузок Казахстана.

Передача электроэнергии от Экибастуза на Урал в конце II этапа в размере 40—45 млрд. *квт · ч*, т. е. в тех объемах, о которых идет речь в настоящее время, возможна только при доведении добычи тургайского угля до 27—30 млн. *т* у. т. или поставки в Казахстан среднеазиатского природного газа в объеме 30—40 млн. *т* у. т. или «эстафетной передачи Итат — Экибастуз — Урал» (т. е. если из Итата в район Экибастуза будет передаваться соответствующее количество электроэнергии), или при определенных их сочетаниях.

Проведенные расчеты по оптимизации ТЭБ Казахстана показали, что наиболее эффективным источником топливоснабжения электростанций Северного Казахстана и района Урала после Экибастузского месторождения является Тургайский бассейн.

Эффективность его освоения можно установить прямым сопоставлением экономичности различных видов топлива в центре нагрузки района передачи. Основными потребителями тургайских углей, согласно оптимальному ТЭБ, будут Южный Урал, Кустанайская и Актюбинская области. В связи с этим расчеты проведены применительно к центру по-

требления в районе Челябинска и даются для двух видов транспорта: железнодорожного с транспортировкой угля и производством электроэнергии на месте потребления и электронного с производством электроэнергии на месте добычи топлива. Результаты расчетов сведены в таблицу 25.

Таблица 25

Наименование углей	Транспорт топлива			Производство электроэнергии на месте потребления, *коп./квт·ч*	Транспорт электроэнергии		
	добыча, *руб./т у. т.*	транспорт, *руб./т у. т.*	итого, *руб/т у. т.*		Производство электроэнергии на месте добычи, *коп./квт·ч*	Передача электроэнергии, *коп./квт·ч*	Итого расчетные затраты на электроэнергию при транспортеее, *коп./квт·ч*
Тургайский	6,8	4,3	11,1	0,87	0,73	0,11	0,84
Экибастузский. . . .	2,0	6,8	8,8	0,81	0,58	0,28	0,86
Канско-Ачинский (рядовой)	2,2	11,9	14,1	0,97	0,56	0,32	0,88
Канско-Ачинский (полукокс)	5,0	6,6	11,6	0,88	0,66	0,28	0,94
Кузнецкий	7,2	7,5	14,7	0,98	0,72	0,32	1,04

Как следует из данных таблицы, показатели тургайских углей примерно одного порядка с экибастузским, но выгоднее канско-ачинских, в том числе и облагороженных для облегчения перевозки (полукокса).

По данным перспективного ТЭБ страны, в европейской части СССР и на Урале будет иметь место значительный дефицит в ТЭР.

Определение оптимальных путей покрытия этого дефицита является важнейшим вопросом оптимизации ТЭБ Советского Союза. В этом отношении заслуживает внимания вариант использования богатейших ресурсов энергетических углей азиатской части СССР, из которых особо выделяются угли Канско-Ачинского и Тургайского бассейнов. Для полного покрытия дефицита топлива в европейской части СССР, даже при освоении Тургайского бассейна на полную мощность, со временем потребуется большой поток угля или электроэнергии из Сибири (из Канско-Ачинского бассейна).

Нередко ставится вопрос: может быть, выгодно в обозримой перспективе сначала освоить Канско-Ачинский бассейн вместо Тургайского и оттуда транспортировать уголь или электроэнергию на Урал и в Северный Казахстан, или же разрабатывать оба эти месторождения одновременно, или, наконец, первоначально следует освоить только Тургайский бассейн. Очень важно рассмотреть этот вопрос в комплексе.

Целесообразность участия углей Тургайского бассейна в ТЭБ Казахстана по сравнению с углями Канско-Ачинского бассейна проанализирована в КазНИИЭ (Т. Сартаевым). Оценка проведена по методике, позволяющей учитывать динамику развития угледобычи, основные положения которой изложены выше, в первой части данной главы.

По имеющимся прогнозным данным была построена кривая изменения потребности восточных районов страны в энергетическом угле до II этапа с учетом поставок топлива на Урал и в европейскую часть СССР (рис. 3). Первона-

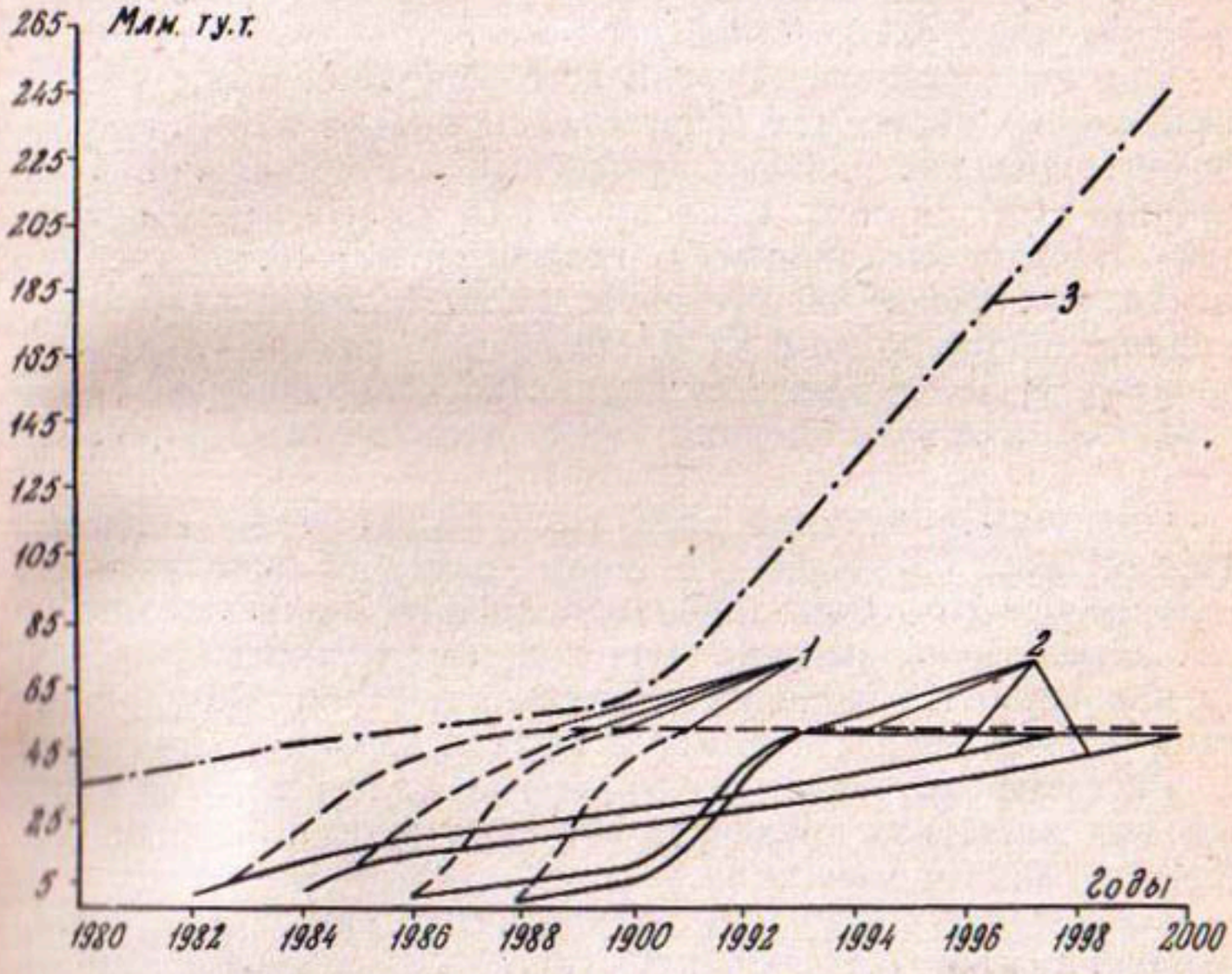


Рис. 3. Варианты использования тургайских углей при заданном объеме потока топлива из восточных районов на Урал и в европейскую часть СССР. *1* — высокие темпы использования тургайских углей; *2* — низкие темпы использования тургайских углей; *3* — общая потребность.

чально рассмотрен вариант покрытия этой потребности лишь за счет привлечения потока из Канско-Ачинского бассейна.

Определив технико-экономические показатели на добычу и транспортировку канско-ачинских углей, можно подсчитать суммарные затраты (приведенные по сложным процентам к концу расчетного срока), необходимые для покрытия возрастающей потребности за весь рассматриваемый период.

Представим теперь, что в некоторый момент времени (т. е. в каком-то году рассматриваемого периода) начнется освоение Тургайского бассейна с использованием его углей для покрытия соответствующей доли потребности и подсчитываются суммарные приведенные затраты на добычу и транспортировку тургайских углей в районы потребления топлива. Разница между указанными расчетными затратами в соответствующем регионе Советского Союза, разумеется, характеризует экономический эффект от освоения Тургайского или Канско-Ачинского бассейна.

При этом освоение Тургайского бассейна представлено в различных вариантах (разные годы начала освоения, темпы наращивания производительности месторождений и величины необходимого авансирования капитальных вложений). В худшем случае все капитальные вложения, требующиеся для освоения бассейна, авансируются к моменту выдачи первых партий угля. Это будет самый «тяжелый» вариант. В более «легких» вариантах первоначально авансируется только половина всех капитальных вложений и т. д.

По таким признакам рассчитано 12 вариантов освоения Тургайского бассейна. Началом ввода в эксплуатацию условно приняты 1982, 1984, 1985, 1988 гг. и для каждого из них рассмотрены высокий и низкий темпы освоения бассейна при варианте одновременного вложения 50% общих капитальных затрат к моменту выдачи первой партии угля.

Рассмотрены также «тяжелые» варианты, где все капитальные вложения авансируются сразу и темп развития добычи топлива медленный.

На рисунке 4 показаны результаты расчетов и характер изменения соответствующих экономических показателей освоения Тургайского бассейна при различных вариантах темпов освоения мощности, величины авансирования капитальных вложений и сроков ввода.

Как это видно из приведенных графиков, экономия сум-

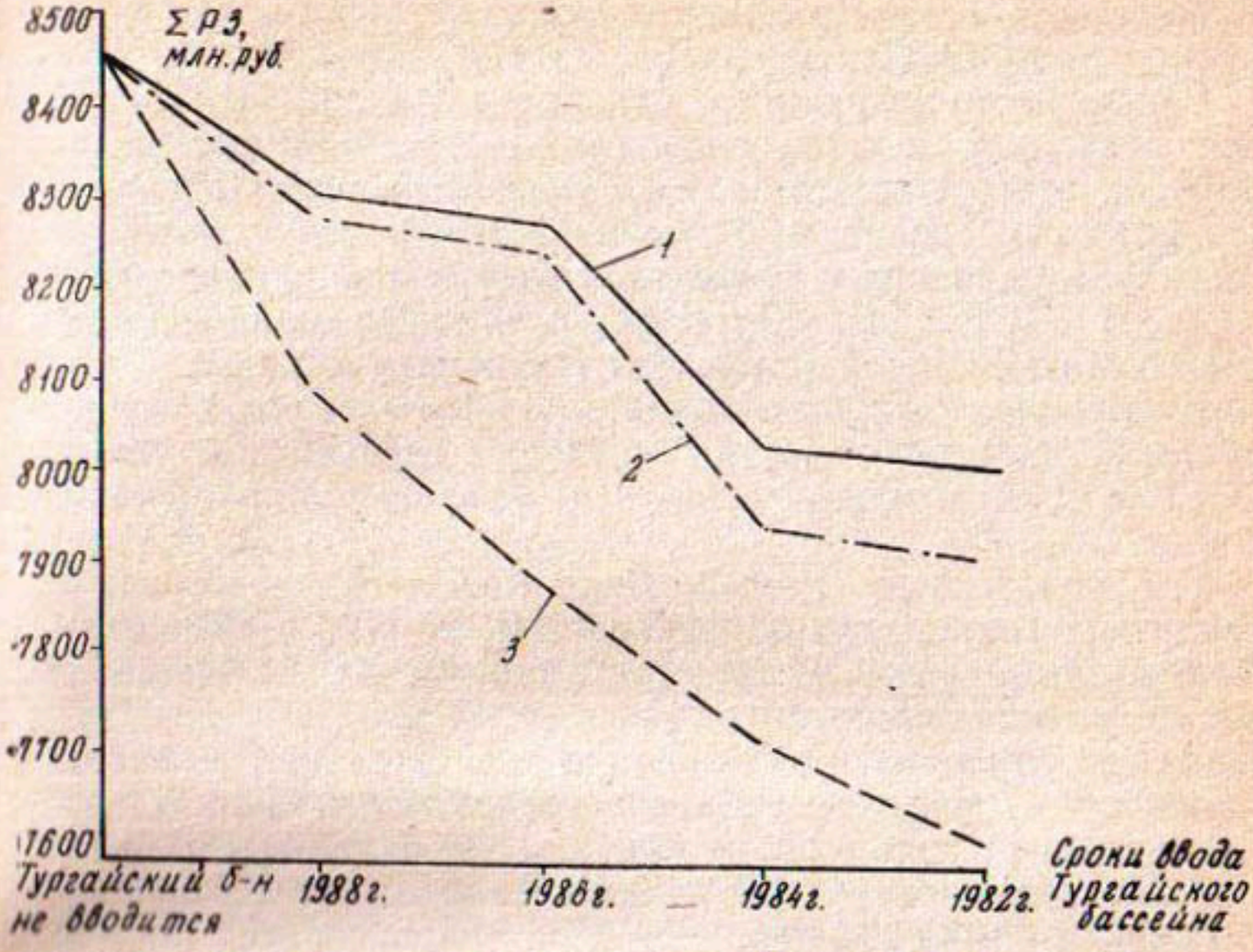


Рис. 4. Суммарные приведенные расчетные затраты на добычу, транспорт всего топлива при развитии Тургайского бассейна. *1* — при медленных темпах освоения и при полном первоначальном вложении капитальных средств; *2* — при медленных темпах освоения и при частичном (0,5) первоначальном вложении капитальных средств; *3* — при высоких темпах освоения и при частичном (0,5) первоначальном вложении капитальных средств.

марных затрат даже для «тяжелых» вариантов освоения Тургайского бассейна может быть весьма значительной и достигнуть 100—400 млн. руб. в приведенных затратах. При этом по Канско-Ачинскому бассейну коэффициент первоначального авансирования капитальных вложений принят только 0,5.

Результаты проведенных исследований показывают эффективность освоения Тургайского угольного бассейна. И чем раньше он будет освоен, тем соответственно больше будет возможная экономия приведенных затрат. Поскольку подготовительные и вскрышные работы потребуют не менее 8—10 лет, то к работам по освоению бассейна нужно приступать в самое ближайшее время. При этом следует иметь в виду, что примерно на II этапе ТЭБ Казахстана потребует десятки млн. *т* у. т. экибастузского угля, т. е.

почти предельную отдачу месторождения, не говоря уже о необходимом объеме топлива или электроэнергии для передачи на Урал и в Центр.

Согласно исследованиям ряда организаций, тургайские угли могут быть использованы для производства качественного сортового топлива путем брикетирования. При этом, по расчетным затратам, брикеты окажутся дешевле сортовых карагандинских и кузнецких углей в зоне влияния бассейна. В связи с этим Тургайский бассейн одновременно может стать мощной базой для снабжения сортовым топливом районов северо-западной части Казахстана, а также Урала и, возможно, других районов европейской части СССР, что очень важно, если учесть дефицит таких углей в стране.

Как показывают исследования КазНИИ энергетики и Института горного дела АН КазССР, наряду с обычными схемами добычи и сжигания для тургайских углей могут быть с успехом применены новые более прогрессивные методы. Учитывая сильную обводненность бассейна и высокую влажность углей, целесообразно организовать гидровскрышу и гидротранспорт размолотого угля (пульпы) от карьеров к котлам электростанций и сжигание пульпы с предварительным ее обезвоживанием. При гидровскрыше добыча тургайских углей оказывается более дешевой (на 20—30%) по сравнению с обычными механическими методами. Кроме того, при гидротранспорте и непосредственной подаче пульпы к котлам снижаются затраты на транспортировку топлива и сооружение электростанций.

По этой схеме в районе Тургайского бассейна можно было бы организовать мощные топливно-энергетические комбинаты, стоимость электроэнергии на которых будет примерно на 10—15% ниже, чем на ГРЭС, построенных по обычной схеме. При реализации таких схем тургайская энергия окажется дешевле, чем в конкурирующих вариантах, с сохранением всех преимуществ, о которых говорилось выше. Если же при этом принять во внимание ряд факторов, не поддающихся экономической оценке, то целесообразность освоения Тургайского бассейна окажется совершенно очевидной. Это, в первую очередь, надежность энергоснабжения. Безусловно, с этой точки зрения Тургайский бассейн находится в наиболее благоприятных условиях, так как он расположен значительно ближе к центрам нагрузки. Кроме того, он позволяет территориально рассредоточить энергетическое хозяйство, что имеет немаловаж-

ное значение для надежности энергоснабжения, в частности в особых условиях, и обеспечить высокую надежность работы ЛЭП, объединяющей ОЭС Сибири и европейской части страны.

При экономическом сопоставлении нами еще не учтены более благоприятные условия для создания Тургайского топливно-энергетического комплекса с точки зрения трудового баланса и других факторов, определяемых близостью его к заселенным районам страны.

В улучшении структуры ТЭБ Казахстана чрезвычайно важное значение имеет обеспечение народного хозяйства высококачественным топливом. В этом плане, как это будет показано ниже, особое значение имеет освоение Майкюбенского буроугольного месторождения.

Экономическая целесообразность использования природного газа в отдельных районах для коммунально-бытовых нужд зависит главным образом от удаленности населенного пункта от магистрального газопровода и от размеров отбора газа. Возможность его потребления имеется пока лишь в небольшом числе городов и поселков Алма-Атинской, Джамбулской, Чимкентской, Гурьевской, Уральской, Актюбинской, Кустанайской и Мангышлакской областей. Сжиженный газ применяется в основном для приготовления пищи. Таким образом, массовая потребность коммунально-бытового хозяйства республики в топливе должна удовлетворяться углями. В настоящее время сортовые угли получаются на обогатительных фабриках Караганды. Однако их мощность покрывает только 20—30% всей потребности коммунально-бытового хозяйства республики. В Карагандинском бассейне не предполагается строительство новых шахт по добыче энергетических углей. Следовательно, не будут сооружаться и обогатительные фабрики.

Сейчас в республике для указанных целей в основном используются карагандинские, кузнецкие, экибастузские и куучекинские угли. В перспективе могут быть использованы тургайские и майкюбенские. Качественная характеристика этих углей колеблется в довольно широких пределах. Это показано в таблице 26.

Из нее видно, что экибастузские и куучекинские угли многозольны и к тому же труднообогатимы. Поэтому они могут эффективно использоваться только на электростанциях, оборудованных пылеугольными топками.

Таблица 26

Наименование углей	Качественная характеристика углей			
	зольность, A^c, %	влажность W_o^p, %	выход летучих, V^r, %	калорийность рабочей массы, *ккал/кг*
Карагандинский	12—40	7—4	13—40	5200—6000
Экибастузский	25—45	8—20	24—32	4000—4100
Куучекинский	30—44	6—7	22—26	4100—4300
Кузнецкий	4—22	4—23	16—44	4800—6700
Майкюбенский	18—20	20—25	40—248	4300—4600
Тургайский	14,6—19,6	35	49—54	2900—3100

Таким образом, для коммунально-бытовых нужд могут использоваться только карагандинские, кузнецкие, майкюбенские и тургайские угли. По затратам на добычу они значительно различаются (табл. 27).

Таблица 27

Наименование углей	Себестоимость 1 *т* угля, *руб/т* н. т	Удельные капложения на 1 *т* год. добычи, *руб/т* н. т.	Расчетные затраты на добычу	
			руб/т н. т.	*руб/т* у. т.
Карагандинский	6,9	17,1	9,0	12,2
Кузнецкий (открытой добычи)	2,95	27,2	6,2	7,2
Майкюбенский	0,85	7,0	1,70	2,8
Тургайский	1,3	13,9	2,97	6,8

Из таблицы 27 видно, что майкюбенские угли по затратам на добычу самые дешевые. Но для получения из них сортового топлива их нужно подвергнуть переработке, а это сопровождается дополнительными издержками.

Сортовое топливо из рядовых энергетических углей может быть получено обогащением, сортировкой или брикетированием. Наиболее целесообразным методом переработки карагандинских, майкюбенских и кузнецких углей признано обогащение, а тургайских — брикетирование. При этом затраты, по данным Ю. Савченко и Е. Штейнгауза, будут примерно следующие (табл. 28).

Как видно из данных таблицы 28, майкюбенские сортовые угли являются самыми дешевыми.

Таблица 28

Наименование углей	Затраты на переработку, *руб./т* у. т.			Затраты на добычу с учетом расходов первичн. топл. на переработку, руб./*т* у. т.	Итого, руб. *т* у. т.
	капитальные вложения	эксплуатационные расходы	расчетные затраты		
Карагандинский обогащенный уголь	1,7	0,35	0,60	14,0	14,6
Кузнецкий обогащенный уголь	2,5	2,5	2,85	8,3	11,2
Брикеты из майкюбенского угля	14,5	3,25	5,40	3,5	8,9
Майкюбенский обогащенный уголь	2,5	2,5	2,9	3,2	6,1
Брикеты тургайских углей	14,5	3,3	5,4	8,5	13,9

Как показывают исследования КазНИИ энергетики, потребность республики в сортовом угле всемерно растет и составит в 1975 г.— 8,0, на I этапе развития народного хозяйства — 10—12, на II этапе — 16—20 и на III этапе — 25—30 млн. *т* у. т.

При использовании майкюбенских сортовых углей суммарные расчетные затраты на топливоснабжение всех отраслей народного хозяйства республики снизятся примерно на 40÷50 млн. руб.

Необходимость первоочередного и незамедлительного освоения Майкюбенского месторождения диктуется наряду с указанными выше еще и следующими обстоятельствами.

Потребность в топливе коммунально-бытового хозяйства городов и поселков городского типа республики в настоящее время в основном удовлетворяется централизованными поставками. Но в сельских районах положение значительно хуже. Так, в 1970 г. только 23% потребностей в топливе сельских районов Казахстана было обеспечено в централизованном порядке, а в таких районах, как Южный, Западный и Восточный Казахстан — 11—14%. Остальную же часть необходимого количества топлива составляет малоценное и неэкономичное местное топливо (саксаул, кизяк, солома и т. п.).

Стоимость заготовки местного топлива может быть определена по соответствующим трудовым затратам, для оценки которых КазНИИ энергетики был специально про-

веден хронометраж заготовки саксаула и кизяка. Если принять среднюю заработную плату рабочих, занятых на этой работе, в размере 100 руб. в месяц, то расчетная стоимость саксаула (с учетом затрат труда на его заготовку и доставку) оказывается в среднем 40—50 руб. *т* у. т., а расчетная стоимость кизяка еще выше и достигает 100—120 руб./*т* у. т. Если эти цифры принять за основу, то легко убедиться, что из-за слабо развитого централизованного топливоснабжения сельское хозяйство республики ежегодно теряет около 40—60 млн. руб.

Для эффективной работы мелких и средних котельных и индивидуальных отопительных установок необходимы сортовые угли небольшой зольности. Марка сжигаемого угля и его сорт (доля мелочи и зольность) в значительной мере определяют к. п. д. теплогенерирующих установок коммунально-бытовых потребителей. Доля мелочи в карагандинском и кузнецком рядовых углях достигает 50%, сжигание их в средних и мелких котельных и индивидуальных отопительных установках будет происходить при низких к. п. д. В таких топках хорошо горят сортовые угли. В этом отношении угли Майкюбе очень выгодно отличаются.

Угли Майкюбенского бассейна по содержанию углерода (75—77%) приближаются к каменным, а по происхождению и внешнему виду — к бурым. В рядовом угле преобладает класс крупности 10—15 *мм*, при невысоком содержании (23%) класса 0—5 *мм*. Затраты на добычу майкюбенского угля, как указано выше, в несколько раз меньше, чем на кузнецкие угли. К тому же бассейн расположен ближе к основным районам Казахстана, в которых наиболее целесообразно использовать сортовые угли.

По результатам оптимизации ТЭБ, полученным с учетом анализа перспектив освоения новых угольных месторождений, представляется возможным районировать топливоиспользующие установки по наиболее эффективным для них видам топлива:

а) топливоснабжение тепловых электростанций. В перспективе тепловые электрические станции Чимкентской, Джамбулской, Актюбинской, Кустанайской, Гурьевской, Мангышлакской и Уральской областей целесообразно снабжать природным газом. Природный газ необходимо использовать и на ТЭС Алма-Атинского района главным образом по соображениям обеспечения чистоты воздушного бассейна, хотя здесь он обходится дороже экибастузских углей.

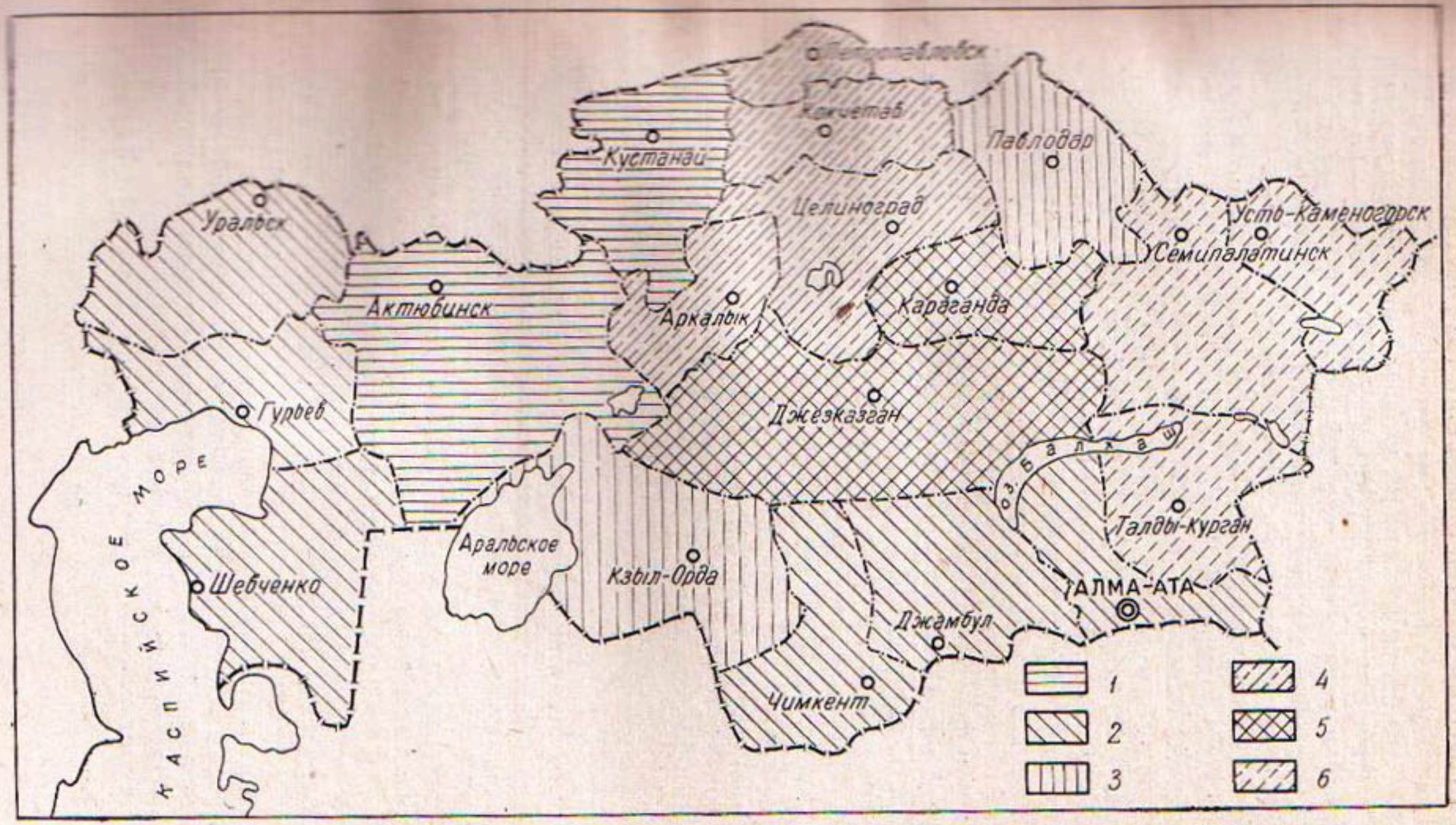


Рис. 5. Зона эффективного применения отдельных видов топлива для тепловых электростанций. *1* — газ, экибастузский и тургайский угли; *2* — природный газ, мазут, экибастузский уголь; *3* — экибастузский уголь; *4* — экибастузский и тургайский угли; *5* — карагандинский, куучекинский и экибастузский угли; *6* — экибастузский и кузнецкий угли.

Если союзный баланс природного газа не позволяет получать его в достаточном объеме, то часть ТЭС Южного Казахстана необходимо ориентировать на экибастузский уголь, а Актюбинскую и Кустанайскую области — на экибастузский и тургайский угли. ТЭС Кзыл-Ординской области, если не будет построен газопровод, целесообразно снабжать экибастузским углем. Потребность в топливе ТЭС Тургайской, Целиноградской, Кокчетавской, Северо-Казахстанской, Павлодарской, Семипалатинской и Восточно-Казахстанской областей целесообразно удовлетворять за счет экибастузского, тургайского и частично кузнецкого углей. Для ТЭС Карагандинской и Джезказганской областей наряду с промпродуктом и куучекинским углем применим и экибастузский. Указанное распределение ТЭР для ТЭС Казахстана показано на рисунке 5;

б) топливоснабжение котельных средней мощности. Промышленные котельные Западного, Южного Казахстана и Кустанайской области целесообразно снабжать природным газом, мазутом, карагандинским и кузнецким углями. В Тургайской, Целиноградской, Кокчетавской, Северо-Казахстанской, Павлодарской, Восточно-Казахстанской, Семипалатинской, Джезказганской и Карагандинской областях эффективными являются карагандинские, кузнецкие угли, а при достаточном объеме и мазут. Потребность в топливе крупных котельных можно покрывать таким же образом, как и ТЭС. Зоны эффективного распределения того или иного вида ТЭР для котельных показаны на рисунке 6;

в) для промышленных печей республики наиболее эффективными видами топлива являются природный газ и мазут. Однако ввиду недостаточного их количества, выделяемого для указанных целей, часть этих объектов приходится снабжать сортовыми углями. Зона распределения отдельных видов топлива для промышленных печей показана на рисунке 7;

г) потребность индивидуальных отопительных установок коммунально-бытового хозяйства эффективно покрывать карагандинскими, майкюбенскими и кузнецкими сортовыми углями и природным газом. Зона влияния этих углей показана на рисунке 8.

Из рассмотрения итогов оптимизации приходной части ТЭБ вытекают следующие обобщающие выводы о дальнейшем развитии топливоснабжения Казахстана.

1. Основные угольные месторождения Северного Казах-

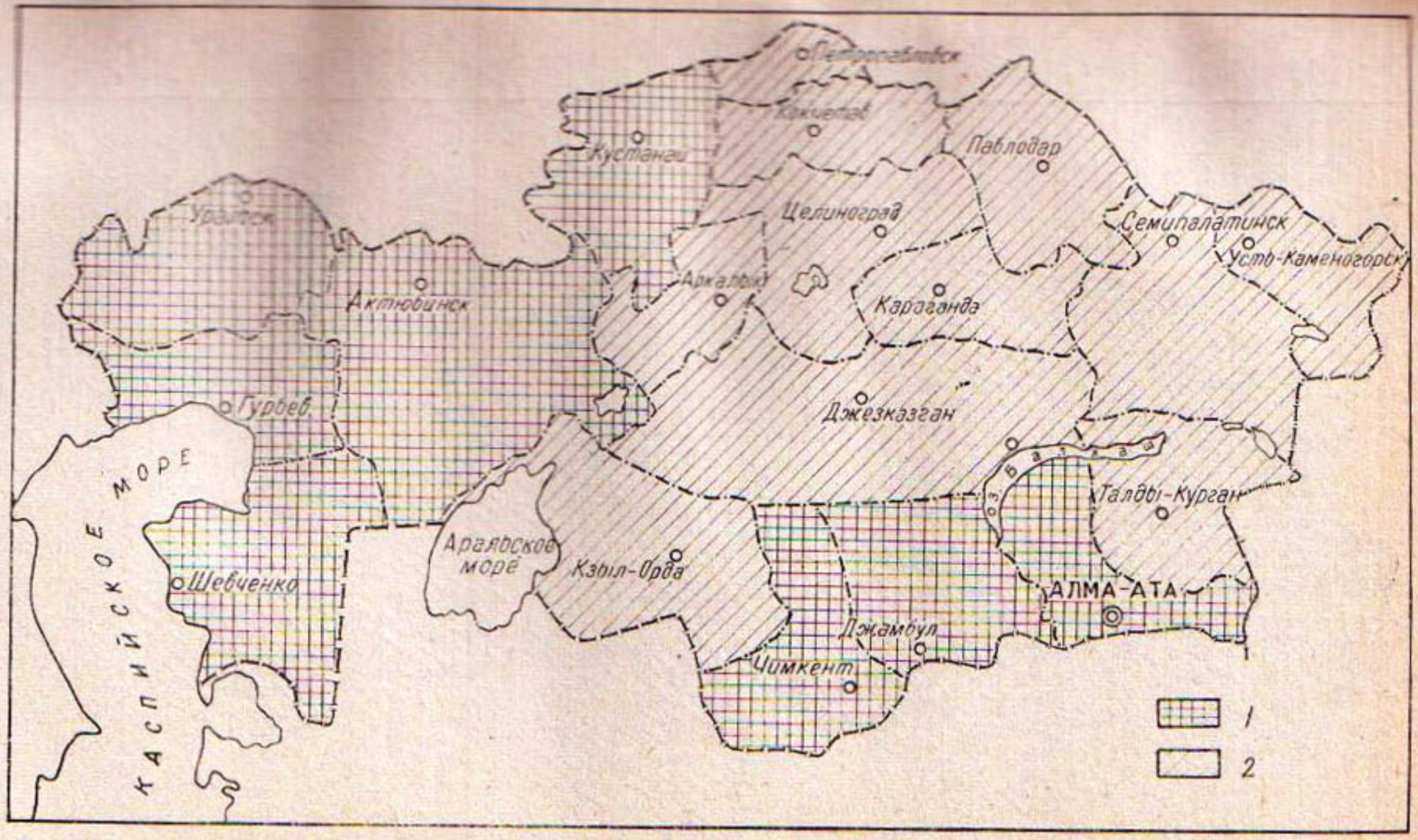


Рис. 6. Зона эффективного применения отдельных видов топлива для котельных установок. *1* — природный газ, мазут, карагандинский и кузнецкий угли; *2* — мазут, карагандинский и кузнецкий угли.

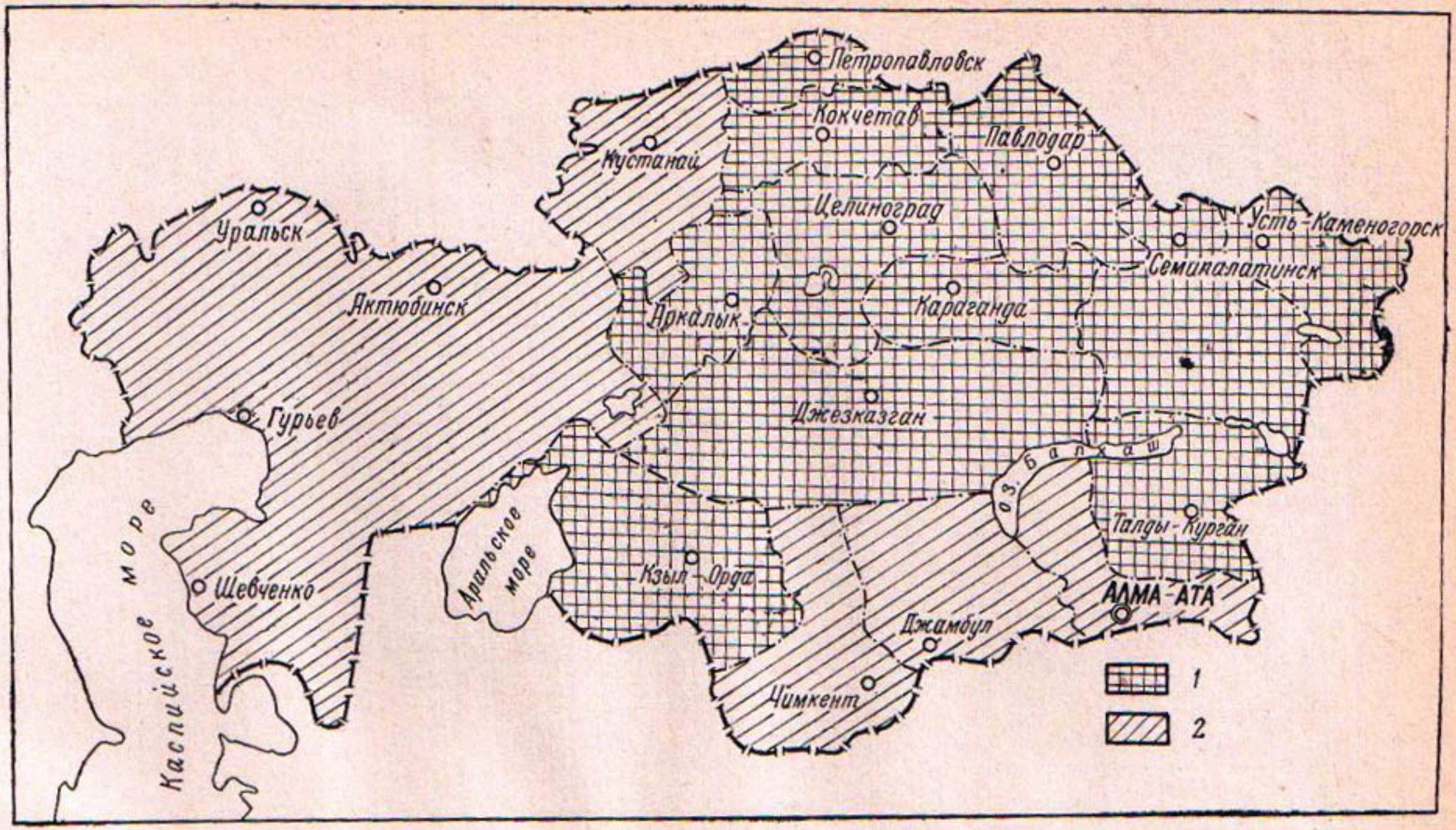


Рис. 7. Зона эффективного применения отдельных видов топлива для промышленных печей. *1* — природный газ, мазут; *2* — кузнецкий, карагандинский угли, мазут.

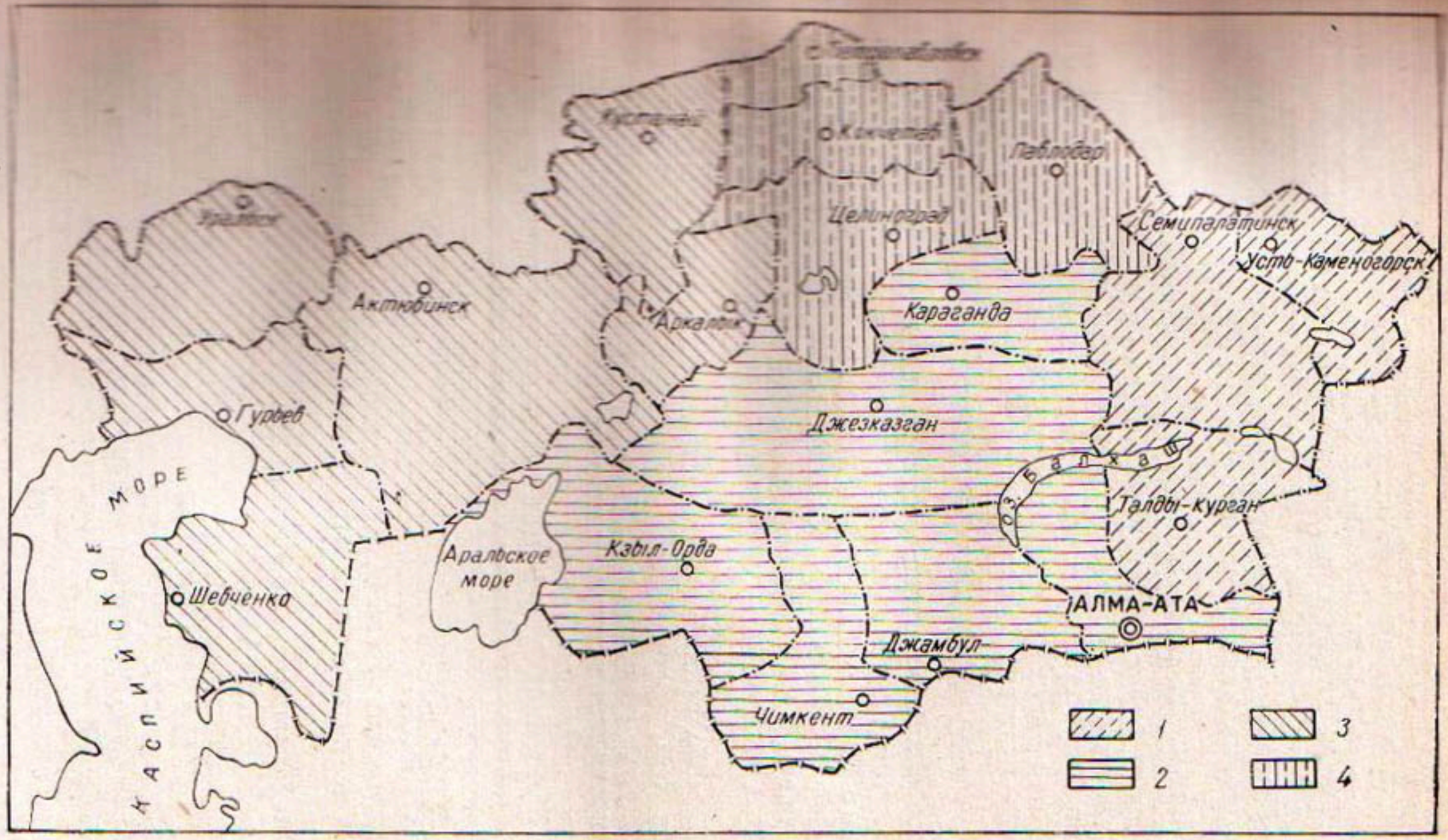


Рис. 8. Зона эффективного применения отдельных видов топлива для индивидуальных отопительных установок. *1* — кузнецкий и майкюбенский сортовые угли; *2* — карагандинский сортовой уголь; *3* — майкюбенский, карагандинский сортовые угли и природный газ; *4* — майкюбенский уголь.

стана, поскольку они являются относительно высокоэффективными, следует рассматривать как потенциальные источники топлива союзного значения. Поток вывозимого на запад из Казахстана энергетического угля и перетоки электрической энергии, вероятно, будут увеличиваться до III этапа. После этого, если не произойдет больших изменений в прогнозных данных топливно-энергетического баланса Казахстана, указанные перетоки, очевидно, будут уменьшаться.

2. Предельная проектная производительность Экибастуза, вероятно, будет достигнута примерно к концу II — началу III расчетного периода и возможности дальнейшего его развития будут сравнительно ограничены. В связи с этим потребуется вовлечение новых мощных источников энергетического топлива, каковыми на территории Казахстана могут быть Тургайский и Майкюбенский буроугольные бассейны.

После Экибастузского месторождения наиболее эффективным источником топливоснабжения электростанций Северного Казахстана и прилегающих районов Урала является Тургайский бассейн. Майкюбенский бассейн выгоднее использовать в качестве источника сортовых углей, баланс которых в республике становится чрезвычайно напряженным.

3. Об использовании в качестве возможных топливных ресурсов ТЭС республики кузнецких и канско-ачинских углей следует говорить лишь после того, как исчерпаются возможности дальнейшего развития угледобычи в Экибастузе и Тургае. Правда, завоз в сравнительно небольших количествах кузнецких углей для питания теплофикационных электростанций особенно в восточной части республики вполне оправдан и сейчас.

4. Для улучшения структуры и экономических показателей ТЭБ Казахстана большое значение имеет природный газ, использование его будет целесообразно в промышленных печах, котельных и теплофикационных электростанциях.

5. Ориентировочно на рубеже XX—XXI веков известные в настоящее время источники энергетического топлива Казахстана достигнут предела своего возможного развития. И если не будут найдены новые мощные источники дешевого топлива, то для обеспечения дальнейшего роста энергопотребления нужно будет сократить экспорт топлива и электроэнергии и ориентироваться на развитие атомной

энергетики, а кроме того, возможно, на импорт электроэнергии и топлива из Центральной Сибири.

Естественно, что столь серьезная переориентация не может происходить скачком. Этот процесс будет развиваться постепенно и начнется задолго до периода, когда иссякнут возможности дальнейшего роста добычи местных энергетических углей.

6. Обращение к атомной энергетике и привлечение энергетических ресурсов Сибири, возможно, наступит значительно раньше III этапа. В зависимости от темпов роста электропотребления не исключено, что первые АЭС нужно будет начать строить еще до III этапа. Районом первоочередного их размещения является юго-восток Казахстана, наиболее удаленный от источников дешевого топлива. Восточный Казахстан будет постепенно переключаться на питание из Сибири.

ГЛАВА IV

ОБЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В ЭНЕРГЕТИКЕ МИРА И СССР

ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ МИРА

Важнейшее значение энергетики в развитии общества и, в частности, росте производительных сил признано всеми странами мира. И совершенно логично, что сегодня энергетическое хозяйство опережает и впредь должно опережать в своем развитии другие отрасли экономики. Потребление энергетических ресурсов и электроэнергии в значительной мере характеризует общий уровень развития всей страны. Отсюда обеспеченность ее энергетическими ресурсами приобретает первостепенное значение.

Запасы всех видов топлива во всем мире оцениваются в 12,8 трлн. *т* у. т. При современном уровне техники и экономики горнотехнических работ представляется возможным добывать 3,8 трлн. *т* у. т., из которых на долю угля приходится 80%, нефти — 10%, газа — 10%. Мировые запасы угля оцениваются в 11,2 трлн. *т*, нефти — 740 млрд *т*, газа — 630 млрд. *т* у. т., гидравлической энергии — 8 трлн. *квт · ч*.

Распределение запасов основных видов энергетических ресурсов по территории земного шара очень неравномерно. Это подтверждается, например, тем, что в 1970 г. около половины мировой добычи нефти приходилось на страны Ближнего и Среднего Востока, Северной Африки и Карибского моря. В Европе энергетические ресурсы превышают потребление энергии только в Советском Союзе, Румынии и Польше.

Запасы указанных выше классических энергетических ресурсов распределены следующим образом: угля в Советском Союзе — 56,5%; США — 23%, Ближнем Востоке — 10%, Западной Европе — 4,6%; нефти в США — 6%, Западной Европе — 1,0%, Африке — 10%, Южной Америке — 11%, Ближнем Востоке — 40%, СССР — 30%; гидравлической энергии в Европе — 6,4%, Азии — 35,7%, Северной

Америке — 18,7%, Южной Америке — 16,0%, Африке — 18,7%, Австралии — 4,5%.

Из общего количества топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) мира на долю твердого топлива (преимущественно каменных углей) приходится 75—80%, на долю нефти и газа — 20—25%. Однако потребление нефти и га́за растет все более стремительными темпами, использование же твердого топлива, наоборот, падает. Так, в последнее время доля нефти в общем мировом потреблении энергоресурсов достигла 40%, природного газа — 20%, доля же угля за последние 10 лет снизилась примерно с 50 до 30%, доля гидравлической энергии уменьшилась до 7%, а удельный вес атомной энергии постоянно растет и уже достиг 2%. Как видно из указанных цифр, диспропорция между структурой запасов основных ТЭР и структурой их потребления все более углубляется.

В настоящее время общий объем мирового потребления энергетических ресурсов составляет около 7 млрд. *т* у. т., из которых более 30% расходуется на выработку электрической энергии.

Годовое потребление энергоресурсов на одного жителя колеблется от нескольких килограммов в развивающихся странах до десяти и более тонн в индустриально развитых. В наиболее промышленно развитых странах оно составляет: в СССР — 5,3 *т* у. т., в США — 11,3, в Англии — 5,3, во Франции — 3,7, в ФРГ — 5,3, в Японии — 3,1 *т* у. т.

Особенно разительна такая неравномерность в потреблении электроэнергии. В настоящее время 75% всей установленной мощности электростанций и мирового производства электроэнергии приходится на долю только десяти наиболее развитых стран. А они занимают менее четверти территории земного шара и в них проживает лишь около 20% населения земли. Тем не менее на их долю приходится основная масса потребляемых в мире нефти (65,5%) и природного газа (66%). Более же половины населения мира — население развивающихся стран — потребляет менее 100 *квт · ч* на одного человека (при среднемировом удельном потреблении около 1500 *квт · ч*).

Добыча коммерческих энергетических ресурсов в мире растет все более ускоренными темпами. Среднегодовой прирост добычи ТЭР в предстоящее десятилетие предполагается порядка 4,5%. При этом общий объем мировой добычи ТЭР составит в 1980 г. примерно 13 млрд. *т* у. т., из которых на долю нефти и газа придется около двух третьих.

Участие ядерного горючего в мировом энергобалансе к этому времени оценивается в 4—7%. По различным прогнозным данным, мировая добыча ТЭР на уровне 2000 г. составит ~ 20—22 млрд. *т* у. т. Предлагается следующая их структура: 25% ядерного горючего, ~ 25% нефти, ~ 25% газа и 25% твердого топлива, преимущественно угля.

В предстоящем периоде намечаются большие сдвиги в масштабах и структуре мирового производства электроэнергии. В 1971 г. суммарная установленная мощность всех электростанций мира превысила 1 млрд. *квт*, а годовое производство электроэнергии приблизилось к 5 трлн. *квт · ч*. При этом среднегодовой прирост их за последний период составил более 7%. Доля тепловых электростанций в производстве электроэнергии составила более 70%. Производство электрической энергии в мире в 1980 г. ожидается порядка 8—10 трлн. *квт · ч*. К этому времени резко возрастет роль атомных электростанций, на долю которых, по некоторым прогнозным данным, придется около 25% всей вырабатываемой в мире электроэнергии.

По прогнозным данным, мировое производство электроэнергии к 2000 г. достигнет 25—30 трлн. *квт · ч*, причем доля тепловых электростанций на ядерном горючем может составить уже примерно 50%. Население земного шара к концу XX столетия ожидается 5—5,5 млрд. человек. Следовательно, электровооруженность населения мира будет 5—6 тыс. *квт · ч* против 1,4 тыс. *квт · ч* в 1970 г.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

К настоящему времени выявились следующие основные тенденции технического прогресса в мировой энергетике.

Все возрастающее применение электрической энергии во всех сферах человеческой жизни и деятельности и увеличение ее доли в полезном потреблении энергии всех видов.

Удельный вес электроэнергии из всех видов потребляемой энергии составляет около 14%, а к 2000 г., согласно прогнозным данным, он достигнет 30—40%, т. е. возрастет более чем в 2—2,5 раза. В перспективе, например, около половины всех топливно-энергетических ресурсов Советского Союза будет использоваться для производства электрической энергии, что обусловлено ее весьма прогрессивными

особенностями как энергоносителя: возможностью передачи на большие расстояния, управляемостью, простотой преобразования в другие виды энергии, гигиеничностью и т. п. Электричество позволяет осуществить комплексную механизацию и автоматизацию производственных процессов и тем самым резко повысить производительность труда. Один *квт·ч* электроэнергии при стоимости у потребителя 1,0—1,5 коп. заменяет 1 чел.-час ручного труда. Электроэнергия позволяет осуществлять электротехнологические процессы и получать новые прогрессивные материалы с невстречающимся в природе комплексом свойств (механическая прочность, термическая и химическая стойкость). Такие материалы сокращают материалоемкость продукции, но их получение и применение связано с резким увеличением электроемкости. По расчетам отдельных авторов, доля электроэнергии, идущей на технологические цели в промышленности, составит в перспективе 50—55% от общего ее потребления в данной отрасли против 30% в настоящее время.

Электрификация быта и сферы обслуживания имеет большое социальное значение. Широкое применение электричества в этой сфере революционизирует важнейшие ее направления:

— электрификация привода и технологических процессов предприятий сферы обслуживания позволяет превратить ее в высокоиндустриальную отрасль народного хозяйства;

— внедрение электробытовых приборов хозяйственного и культурного назначения особенно с программным управлением исключительно облегчает домашний труд, повышает его культуру и создает максимальный комфорт; при этом широкое использование электричества для приготовления пищи резко улучшает и санитарно-гигиенические условия в жилищах (правда, по расчетным затратам электроплиты уступают пока газовым на природном газе, но в перспективе электропищеприготовление, безусловно, вытеснит все другие его виды);

— использование электроэнергии для низкотемпературных процессов, т. е. отопления и горячего водоснабжения, особенно важно для районов, удаленных от крупных топливных баз, в частности, для сельских местностей, а также для иных районов, где с помощью тепловых насосов оно может успешно сочетаться с кондиционированием воздуха в летний период. В настоящее время в США около 30% рас-

хода электроэнергии в жилом секторе приходится на электроотопление, в перспективе его доля еще возрастет;

— электрификация мобильных силовых установок, в частности автомобильного и автобусного транспорта, обеспечивает чистоту воздушного бассейна в крупных городах и промышленных центрах.

По данным ряда авторов, расход электроэнергии на полную электрификацию быта и сферы обслуживания составит в перспективе 20—25 тыс. *квт·ч* на одного человека в год. Однако до конца текущего столетия, вероятно, еще не будет широкого применения электроэнергии для низкотемпературных и мобильных процессов, поэтому расход электроэнергии для этих целей составит на указанный период около 5000—6000 *квт·ч* на одного жителя. Имеются все основания предполагать, что относительно недалеко то время, когда электричество будет в народном хозяйстве и быте практически монопольным энергоносителем — самым эффективным, удобным и гигиеничным.

Концентрация производства электроэнергии ускоренными темпами, в связи с чем резкое увеличение мощности электростанций и единичных агрегатов.

Рост мощности отдельных электростанций приводит к уменьшению удельных капиталовложений и себестоимости электроэнергии. В настоящее время единичная мощность ГЭС достигла у нас самой большой в мире величины — 6 млн. *квт* (Красноярская ГЭС), а тепловых электростанций — 2,4 млн. *квт*. Строятся ТЭС по 4 и более млн. *квт*.

Результаты исследований многих авторов, в том числе американских, показывают, что по условиям топливоснабжения и защиты воздушного бассейна вокруг станций от загрязнения вредными твердыми и газообразными продуктами сгорания целесообразный предел мощности отдельных ТЭС на органическом топливе, вероятно, не превысит 10—12 млн. *квт*. ТЭС мощностью 10,0 млн. *квт* уже будет потреблять ежегодно 20 млн. *т* условного органического топлива и 200 $м^3/сек$ охлаждающей воды. При создании таких крупных конденсационных электростанций, вероятно, потребуется применение принципиально новых схем охлаждения, а также решение серьезных проблем здравоохранения и охраны природы в прилегающих районах.

По расчетам некоторых авторов, в конце 70-х годов ежегодный ввод мощностей на электростанциях СССР достигнет 25 млн. *квт*, в 1980—1990 гг.— 40—50 млн. *квт*, а к кон-

цу столетия — 80—100 млн. *квт*. Обеспечение ввода таких мощностей и производства огромного количества электрической энергии требует быстрой концентрации мощностей, снижения удельных капиталовложений и себестоимости электроэнергии, а для этого необходимо укрупнение единичных мощностей агрегатов, которое поэтому происходит быстрее, чем увеличение общей мощности электростанций. За последние 25 лет (с 1946 г. по 1970 г.) максимальная единичная мощность агрегатов — энергетических блоков* в США возросла от 100 тыс. до 1,0 млн. *квт* (пущенного в эксплуатацию в 1965 г.). По данным 30-й Американской энергетической конференции (1968 г.), ожидаемая максимальная единичная мощность блоков к 1990 г. составит около 3,0 млн. *квт* при средней мощности 1,5 млн. *квт*. Увеличение единичной мощности энергетических блоков стимулируется достигаемым при этом повышением экономичности ТЭС. Правда, прирост этого выигрыша за пределами определенной их величины будет постепенно уменьшаться. Как показывает зарубежный опыт, экономичность эксплуатации блоков более 1,0 млн. *квт* иногда падает, но по мере увеличения единичной мощности их удельная стоимость все еще продолжает медленно снижаться, что в конечном счете дает положительный суммарный экономический эффект.

В направлении увеличения мощности энергоблоков в Союзе имеются большие сдвиги. В настоящее время серийно освоены блоки по 300 и 500 *Мвт*. Ведутся интенсивные работы по освоению блоков 800 и 1200 *Мвт*. Как и за рубежом, проводятся значительные исследовательские и конструкторские работы по созданию блоков мощностью в 2,0, 2,5 и 3,0 млн. *квт*. Однако на этом пути встречаются серьезные технические трудности, главным образом в отношении обеспечения необходимой надежности их работы.

Технические характеристики сооружаемых за рубежом и у нас энергоблоков еще довольно разнообразны. В США, а также в Италии и Японии, изготовляющих энергетическое оборудование по американским лицензиям, в ФРГ и у нас, т. е. в странах, освоивших производство прямоточных котлов, для мощных энергоблоков применяются только сверх-

---

* Энергетический блок — наиболее прогрессивный в настоящее время тип агрегата современной ТЭС — состоит из парового котла (котельного агрегата) — паровой турбины — электрического генератора — электрического трансформатора.

критические параметры пара* — давление 240 *ата* (СССР), 247 *ата* (США, Италия, Япония) и до 250 *ата* (ФРГ). Начальная температура перегрева пара составляет 535°С (ФРГ), 538°С (США) и 565°С (СССР). За рубежом такие параметры пара применяются для энергоблоков 500 тыс. *квт* и более, у нас — для энергоблоков 300 тыс. *квт* и более. На начальные параметры пара 240 *ата* и 565°С оборудованы и новые ГРЭС Казахстана — Ермаковская, Джамбулская, строящаяся Экибастузская и др. В Англии и Франции, где прямоточное котлостроение еще не освоено, начальные параметры пара для мощных энергоблоков применяются докритические — 170 *ата* и 565°С.

Согласно прогнозным данным специалистов США, начальные параметры пара мощных энергоблоков 240—250 *ата* и 540—570°С, по-видимому, сохранятся и в перспективе.

Централизация распределения электрической энергии. В СССР, например, на II этапе более 90% всей вырабатываемой электрической энергии будет распределяться Единой энергетической системой (ЕЭС).

В настоящее время изыскиваются пути передачи крупных потоков электроэнергии на дальние и сверхдальние расстояния и осваиваются линии электропередачи напряжением 750 и 1100—1200 *кв* переменного тока, 1500 и 2000—2200 *кв* постоянного тока. В стадии научного поиска находятся такие способы передачи, как криогенная кабельная, основанная на использовании сверхпроводимости при низких температурах; лучевая, основанная на использовании лазеров с большой мощностью потоков энергии, и некоторые другие.

Комбинированное производство электроэнергии и тепла (повышающее к. п. д. ТЭС до 60—70% против 40% при производстве только электроэнергии).

Из года в год стремительно растет централизация теплоснабжения от комбинированных ТЭС — теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), увеличение мощности ТЭЦ, укрупнение мощности их единичных агрегатов и повышение параметров пара. Например, в СССР в ближайшую перспективу ожи-

---

* Сверхкритические параметры пара — давление 225 *ата*, температура насыщенного пара 374°С. При этом скрытая теплота парообразования равна нулю. Удельные веса воды и пара равны, и котлы с естественной циркуляцией работать не могут, так как отсутствует создающая циркуляцию разность весов столбов воды и паро-водяной смеси.

дается, что производство электроэнергии на ТЭЦ, работающих по тепловому графику, составит 70—75% против 50% в настоящее время. При переходе от средних параметров пара к высоким удельная выработка электроэнергии ТЭЦ на тепловом потреблении возрастет в 2,5 раза, а расход топлива уменьшится в 2,9 раза.

Усовершенствование тепловых электростанций путем применения парогазовых установок — ПГУ (различных сочетаний паровых и газовых турбин).

Наиболее перспективным и простым в осуществлении, по-видимому, является раздельное сжигание топлива для газовой турбины и парогенератора с использованием в качестве дутьевого воздуха в парогенераторе отработанного газа газотурбинной установки (ПГУ со сбросом газов в котел).

В Америке ожидается пуск ПГУ мощностью 500 *Мвт* на давление пара 240 *ата* с к. п. д. 41,6%. В СССР такая установка мощностью 200 *Мвт* вводится на Невиномысской ГРЭС.

Влияние неравномерности размещения ТЭР и успехов развития транспортировки энергоресурсов и энергии на топливно-энергетический баланс (ТЭБ) отдельных стран, экономических сообществ и мира в целом.

Расстояния от районов добычи до районов потребления энергетических ресурсов, от районов производства до районов потребления электроэнергии все время возрастают, требуя сооружения мощных энерготранспортных магистралей. Поэтому в топливно-энергетическом балансе мира будет все больше возрастать доля наиболее транспортабельных видов топлива: нефти, природного газа и, в особенности, ядерного горючего, доля же твердого топлива будет непрерывно сокращаться. По некоторым прогнозным данным, к концу XX века доля нефти, природного газа и ядерного горючего в производстве электроэнергии составит ~75% (примерно по 25% каждого), твердого же топлива — до 25%, ГЭС — порядка 2,0%.

В связи с этим усиливается и взаимозаменяемость в народном хозяйстве различных видов энергетических ресурсов. Так, например, в производстве электроэнергии, пара, горячей воды и т. п. можно использовать и уголь, и нефть, и природный газ.

«Моторизация» человеческого общества. В настоящее время мощность мобильных установок почти в 1,5 раза превышает мощность всех стационарных. В результате этого резко повышается потребление нефтепродуктов — доля нефти в топливно-энергетическом балансе промышленно развитых стран в настоящее время составляет 35—50 и более процентов.

Широкое использование внутриатомной энергии. Ядерное горючее будет все шире вовлекаться в топливно-энергетический баланс.

Со времени пуска в 1954 г. в СССР первой в мире атомной электростанции достигнуты большие успехи в строительстве и эксплуатации таких станций. Они уже конкурируют с ТЭС на органическом топливе. По зарубежным данным, стоимость электроэнергии АЭС может быть на 30—40% ниже стоимости электроэнергии крупных ГРЭС, работающих на угле шахтной добычи или на газе, транспортируемом за 1000 *км* и более. По прогнозным данным, в 1975 г. более 25% вводимых во всем мире мощностей придется на атомные электростанции, а в 1976—1980 гг.— уже свыше 35%. Ввод в строй новых атомных электростанций к концу XX века доведет это соотношение до 65%, а предполагаемая доля их в общей мощности, по различным прогнозным данным, будет составлять от 20 до 50%. Особенно быстро будут развиваться атомные электростанции в США и странах Западной Европы, где имеет место острый дефицит классических энергоресурсов.

Атомная энергетика СССР за сравнительно короткий срок достигла больших успехов. В Советском Союзе пущены в эксплуатацию АЭС разных мощностей и с реакторами различного типа. В конце 1964 г. пущена в эксплуатацию первая очередь Ново-Воронежской АЭС, имеющей 4 блока общей мощностью 1455 *Мвт* (мощность первого блока 210 *Мвт*, второго — 365 *Мвт*, третьего и четвертого — по 440 *Мвт*). Блоки с водо-водяными реакторами (ВВР) мощностью по 440 *Мвт* обладают наилучшими технико-экономическими показателями. На основе опыта этой АЭС в СССР строятся АЭС с блоками 500—600 и 1000 *Мвт*. Новые АЭС с ВВР будут иметь высокие технико-экономические показатели, равные или превосходящие аналогичные показатели лучших современных ТЭС на органическом топливе.

В настоящее время за рубежом уже строятся атомные электростанции с единичной мощностью энергоблоков 1000 *Мвт* (1,0 млн. *квт*) и более. По прогнозам специали-

стов США, единичные мощности агрегатов АЭС к 1980 г. могут составить 2,0 млн. *квт*, а к 2000 г.— 5,0 млн. *квт*.

На ближайшее десятилетие основой развития атомной энергетики остаются АЭС с реакторами на тепловых (медленных) нейтронах, которые позволяют решить основную экономическую задачу атомной энергетики — обеспечить конкурентоспособность атомных электростанций с ТЭС на органическом топливе. Такие станции, по-видимому, будут служить основой развития атомной энергетики и за пределами 1980 г. Проблема обеспечения АЭС ураном через некоторое время, очевидно, станет решающей и придется переходить на более эффективные типы реакторов, экономно расходующих природный уран. В этом отношении наиболее перспективными являются так называемые «бридеры» — реакторы-размножители на быстрых нейтронах с расширенным воспроизводством ядерного топлива. Одновременно с выгоранием урана 235, за счет облучения нейтронами неделящегося урана 238, в них образуется новое, вторичное ядерное топливо — плутоний 239 в количестве, превышающем количество выгоревшего топлива. Оно используется для последующих загрузок в бридеры.

В Советском Союзе ведутся работы по созданию АЭС с реакторами на быстрых нейтронах. На основе накопленного опыта создан крупный опытно-промышленный реактор на быстрых нейтронах БН-350, установленный на АЭС у нас в Казахстане, вблизи г. Шевченко. Это двухцелевая АЭС для получения электроэнергии (150 *Мвт*) и опреснения морской воды (120 тыс. $м^3$/*сутки*). Дальнейшие исследовательские и проектно-конструкторские работы по созданию таких реакторов большей мощности показали возможность сооружения АЭС, экономически конкурентоспособных с обычными ТЭС. В Советском Союзе, по прогнозам отдельных специалистов, в ближайшие 15—20 лет удельный вес электроэнергии, выработанной АЭС, может составить 20—25%.

Таким образом, в СССР созданы все предпосылки для успешного внедрения в народное хозяйство АЭС. Необходимость строительства АЭС на первых порах диктуется отсутствием или недостатком местного органического топлива. В этой связи АЭС будут в первую очередь развиваться в европейской части Советского Союза, где все больше ощущается дефицит топлива. С дальнейшим улучшением технико-экономических показателей АЭС могут конкурировать с обычными ТЭС и в других районах.

Развитие прогрессивных способов пре-

образования энергии, в частности, высокотемпературной плазмы в МГД-генераторах.

МГД-генераторы в настоящее время находятся в стадии опытно-промышленной проверки. Уже получены обнадеживающие результаты, создана опытно-промышленная установка проектной мощностью 25 тыс. *квт*, проектируется установка мощностью 500 *Мвт*. При надстройке над обычным паровым циклом ТЭС МГД-генераторов представляется возможность довести суммарный к. п. д. установки до 50—60% против 35—40% при одном паросиловом цикле. Поэтому быстрейшее практическое использование МГД-генераторов имеет исключительное значение для лучшего использования ограниченных в количественном отношении топливно-энергетических ресурсов.

По некоторым прогнозным данным, удельный вес МГД-генераторов в мировом энергобалансе в конце XX века составит около 1%. Отдельные американские специалисты высказывают даже такие оптимистические предположения, что в США к 2000 г. около 40% вновь вводимых мощностей на тепловых и атомных электростанциях будет с МГД-генераторами.

Создание специальных пиковых и полупиковых электростанций. В этом направлении в настоящее время ведутся большие исследовательские работы как у нас, так и за рубежом. Быстрый рост мощности энергетических систем, укрупнение мощности электростанций и единичных агрегатов, увеличение удельного веса в энергосистемах АЭС, требующих по техническим и экономическим соображениям равномерного графика работы, покрытие переменной части графика нагрузки становится особо актуальной проблемой. В настоящее время она наиболее остра в условиях европейской части СССР. В качестве пиковых и полупиковых электростанций наиболее целесообразны, как известно, гидроэлектростанции. Однако гидроэнергоресурсы, с одной стороны, количественно ограничены и привязаны к определенной территории, с другой, неэнергетические компоненты водохозяйственного комплекса (орошение, водный транспорт и др.) не всегда дают возможность организовать работу ГЭС по режиму, сообразному с требованиями электроэнергетики.

Уплотнение графика электрической нагрузки является одним из важных направлений снижения потребной мощности в энергосистеме. Это достигается, главным образом,

путем использования потребителей-регуляторов в период снижения графика нагрузки. Такими потребителями, например, могут быть машинное орошение, насосные водоподъемы (имеющие соответствующие бьефы), гидроаккумулирующие электростанции, аккумулирующие системы электротеплоснабжения, аккумуляторы электродвигателей на автотранспорте, в сельском хозяйстве и др.

Основным направлением в развитии пиковых и полупиковых электростанций является создание газотурбинных и парогазовых установок (ГТУ и ПГУ), МГД-генераторов, ГАЭС, а также перегрузка в часы пик базисных паротурбинных блоков.

Газотурбинные электростанции как один из перспективных типов специальных пиковых и полупиковых ТЭС. Такие станции очень маневренны: они допускают быстрый пуск и набор полной мощности за несколько минут. Кроме того, они потребляют меньше воды и дешевле, чем паротурбинные станции. В настоящее время максимальная мощность газотурбинного агрегата с простой схемой (имеющая один подвод тепла, без промежуточных охладителей и регенерации) составляет 50—100 *квт*.

Головной образец такой установки работает на Краснодарской ТЭЦ. Предназначена она для покрытия пиковых нагрузок с годовым числом часов 500—1000. Газотурбинные установки с турбореактивными авиационными двигателями наиболее эффективны для покрытия пиков нагрузки с числом часов работы 100—200 ч/год и как аварийный резерв собственных нужд крупных ТЭС. Такие ГТУ особенно распространены в США, Англии и Франции. В крупных энергосистемах для указанных целей применяются ГТУ с несколькими турбореактивными двигателями и силовыми турбинами, приводящими один электрический генератор. В настоящее время единичная мощность ГТУ с несколькими авиационными двигателями за рубежом достигает 200—240 *Мвт*. В США ежегодный прирост мощностей ГТУ по прогнозу на ближайшие годы составит более 2,0 млн. *квт*. За несколько последних лет введены мощности таких электростанций порядка 10 млн. *квт*.

В ряде стран ведутся исследовательские, проектные и конструкторские работы по созданию ГТУ мощностью до 1,2 млн. *квт* с агрегатами по 200 тыс. *квт*. Такие электростанции предназначаются для покрытия пиковой части графика нагрузки крупной электроэнергетической системы.

Исследования ряда авторов, в том числе и зарубежных, однако, показывают, что ГТУ целесообразно использовать для покрытия наиболее острой части суточного графика нагрузки, занимающей в течение суток лишь несколько часов. ГТУ имеют большие перспективы для применения на станциях, работающих по так называемому паро-газовому циклу. Комбинация ГТУ с паротурбинными блоками, как полагают специалисты, позволяет снизить расход топлива на 3—7%, а капитальные вложения — на 5—15% в зависимости от схемы ПГУ. Использование ГТУ в подобных схемах, по мнению специалистов, позволяет создавать энергетические блоки единичной мощностью 2,5—3,0 млн. *квт* с экономическими показателями, более высокими, чем АЭС с паротурбинными агрегатами.

Газотурбинные электростанции наиболее перспективны также в районах с очень малым количеством водных ресурсов и в местах добычи газообразного или жидкого топлива в период освоения месторождений с последующим переводом их в резервные и пиковые станции.

Развитие гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций (ГЭС и ГАЭС).

ГЭС весьма надежны в эксплуатации и производят относительно дешевую электрическую энергию. Они чрезвычайно маневренны — очень быстро пускаются и набирают полную мощность. Поэтому во всех странах мира придается большое значение строительству ГЭС и использованию их в энергосистемах, главным образом, в качестве маневренных пиковых и резервных мощностей.

В электроэнергетическом балансе ряда стран мира гидроэнергия занимает большой удельный вес. В этом отношении особо выделяются Норвегия, Швеция и Швейцария, доля гидравлической энергии в которых составляет от 87 до 99%; в Канаде она составляет 77%; в Италии и Франции — 42%, в Японии — 27%, а в СССР и США — в пределах 16—18%. Такая тенденция, естественно, постепенно приводит к исчерпанию эффективных гидроэнергоресурсов. Так, например, последние в настоящее время уже использованы в Швейцарии на 92%, во Франции — на 72%, в Италии — на 62%, в Швеции — на 70%, в Австралии — на 48%, в Испании — на 42,5%, в Японии — на 65%, в Канаде — на 61,5%, в США — на 33%, в Советском Союзе — на 11%.

В США предусматривается увеличение выработки ГЭС

к 1980 г. в 1,5 раза, а в 2000 г.— в 2,8 раза против ее уровня 1968 г. и доведение использования потенциала гидроэнергоресурсов соответственно до 50 и 93%.

В Канаде предполагается довести к 1990 г. использование эффективных гидроэнергоресурсов до 85—90%, в Японии к 1980 г.— до 82%, а в Индии в 1980 г.— до 70% против 37% в 1965 г.

Большое и стремительное развитие получит гидроэнергостроительство в Советском Союзе. Уже построены такие, не имеющие в мире себе равных, гиганты гидроэнергетики, как Куйбышевская ГЭС, Волжская ГЭС имени XXII партсъезда и Саратовская ГЭС на Волге, Братская ГЭС на Ангаре, Красноярская ГЭС на Енисее с уникальными гидротехническими сооружениями и гидроэлектромеханическим оборудованием. К числу подобных сооружений, построенных в Казахстане, по ряду технических показателей могут быть отнесены каскад ГЭС на Иртыше — Бухтарминская и Усть-Каменогорская ГЭС, Капчагайская ГЭС на р. Или и некоторые другие.

В настоящее время строятся уникальные гидроэлектростанции: Саяно-Шушенская мощностью 6,4 млн. *квт*, Усть-Илимская — 4,0 (на р. Ангаре), Нурекская — 2,7 (на р. Вахш), Токтогульская — 1,2 млн. *квт* (на р. Нарын) и др. Ждут своего строительства такие гиганты, как Богучанская ГЭС — 4 млн. *квт* (на р. Ангаре) и Рогунская — 3,6 млн. *квт* (на р. Вахш). Ведутся проектные разработки по использованию гидроэнергоресурсов рек Нижней Тунгуски, Лены, Колымы, нижнего течения Енисея и Оби, верхнего течения рек Оби, Вахша, Панджа и др.

В рассматриваемой перспективе, вероятно, будут создаваться крупнейшие гидроузлы комплексного назначения с мощными ГЭС — Средне-Енисейская мощностью 7,4 млн. *квт*, Нижне-Тунгусская — 8,3 млн. *квт*, Осиновская — 6,5 млн. *квт* и др.

По суммарной мощности гидроэлектростанций СССР занимает второе место в мире после США, а по выработке гидроэнергии — третье (после США и Канады). В ближайшие 20—30 лет, по прогнозам ряда авторов, мощность ГЭС в стране должна увеличиться в 3,5—5,5 раза.

В Казахстане, так же как и по Союзу в целом, имеются большие возможности для дальнейшего развития гидроэнергостроительства.

По современной оценке технически возможные для использования гидроэнергоресурсы по стране составляют

2100 млрд. *квт · ч*, а экономически целесообразные — 1100 млрд. *квт · ч*; по Казахстану — соответственно 60 и 30 млрд. *квт · ч*.

По прогнозным данным, использование экономически целесообразных ресурсов на уровне II этапа составит по СССР около 25—30%, а по Казахстану, по нашим расчетам — 30—35%.

Повышается роль ГЭС как наиболее мобильного энергоисточника. На гидроэлектростанции, как указано выше, возлагается покрытие пика графика нагрузки и различные формы резерва мощности энергосистемы. В этой связи в ряде стран из года в год уменьшается число часов использования установленной мощности ГЭС и увеличивается мощность уже эксплуатируемых ГЭС. Так, например, в США предпринимаются меры к увеличению мощности ГЭС Гранд-Кули с 1,94 до 9,2 млн. *квт* за счет дополнительной установки 12 агрегатов по 600 тыс. *квт* каждый.

Как уже отмечалось выше, количество гидроэнергоресурсов в целом не так уж велико. Неэнергетические потребители (поливное земледелие, водный транспорт и т. п.) еще сокращают количественные возможности их полезного использования и ограничивают маневренность ГЭС сообразно с требованиями режима энергосистемы. Кроме того, гидравлическая энергия привязана к определенной территории, зачастую не в районе наибольшего энергопотребления. Это также ограничивает возможности использования ГЭС в качестве пиковых, поскольку передача пиковой мощности на дальнее расстояние большей частью неэкономична, в особенности если ЛЭП будет работать не в реверсивном режиме. Все эти ограниченные возможности ГЭС со временем будут усиливаться и не позволят рассматривать их везде в качестве надежных источников покрытия пиковой мощности энергосистем.

Одним из перспективных направлений усиления роли ГЭС как пиковых является развитие гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС). Сущность таких станций заключается в аккумулировании гидравлической энергии и использования ее в нужное для энергосистемы время в соответствии с графиком нагрузки. В периоды провала графика нагрузки энергосистем за счет использования свободных мощностей вода с нижнего бьефа (или из нижерасположенных водоемов) подается в верхний бьеф (или в расположенную вверху емкость), а в период прохождения максимума графика нагрузки используется как источник

получения дополнительной пиковой мощности. Для этой цели могут быть использованы обратимые гидравлические турбины или специальные насосные станции. В связи с ростом потребности в пиковой мощности за последнее время как у нас, так и за рубежом большое внимание уделяется сооружению ГАЭС и использованию их в качестве пиковой мощности.

Гидроаккумулирующие электростанции усиленными темпами строятся во многих странах мира, в частности в СССР, США, Англии, ФРГ, Австрии, Японии, ГДР, Польше, Чехословакии. По оценке отдельных авторов суммарная мощность ГАЭС во всем мире к 1975 г. достигнет 24 млн. *квт*.

По данным ряда специалистов, для европейской части СССР требуется ГАЭС общей мощностью в размере 10 млн. *квт* на II этапе и до 20—30 млн. *квт* на уровне III этапа.

Согласно официальным прогнозам, в США к 1980 г. в эксплуатации будут находиться ГАЭС суммарной мощностью около 19 млн. *квт*.

В Японии около двух третьих всех введенных в 1970—1980 гг. гидроэлектростанций будут гидроаккумулирующими, предполагается, что их суммарная мощность в 1976 г. составит около 8,0 млн. *квт*.

В Советском Союзе строится и разработан проект ряда ГАЭС, мощностью 1,0 млн. *квт* и более. По оценочным данным, общая мощность ГАЭС в Союзе будет доведена на II этапе до 5,0 млн. *квт*.

В настоящее время за рубежом построены и успешно эксплуатируются ГАЭС довольно крупной мощности, такие, как Лох-Слой (Великобритания), Вианден (Люксембург), Том-Сок (США), Азуми (Япония), Вилларино (Испания).

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ

Теплоснабжение является одним из важнейших элементов энергоснабжения народного хозяйства. В настоящее время на производство тепловой энергии затрачивается около 40% всего расходуемого в СССР топлива. При этом наиболее эффективным способом теплоснабжения (с точки зрения экономики топливоиспользования) является теплофикация — комбинированная выработка электроэнергии и тепла (получаемого за счет использования частично отработанного в турбинах пара). Благодаря этому к. п. д. ТЭЦ

достигает 60—70% против 40% конденсационных электростанций.

Масштабы теплофикации в Советском Союзе характеризуются следующими сравнительными цифрами: в 1973 г. было отпущено народному хозяйству 800 млн. *Гкал* тепла против 29 млн. *Гкал* в 1945 г., т. е. за 28 лет производство тепла на ТЭЦ возросло почти в 28 раз. В 1973 г. в нашей стране на ТЭЦ выработано 280 млрд. *квт · ч*, или 35% общей выработки электроэнергии на ТЭС. Из них около 50% (139,4 млрд. *квт · ч*) выработано по тепловому графику (на полном тепловом потреблении).

В 1973 г. за счет теплофикации сэкономлено около 29 млн. *т* у. т. Доля теплофикационных турбин в общей мощности паротурбинных агрегатов в 1973 г. достигла 31,6%. В настоящее время в суммарном покрытии тепловых нагрузок доля ТЭЦ и ГРЭС (последние за счет нерегулируемых отборов) составляет 46%. На втором месте находятся промышленные котельные — 23%. Опыт проектирования, строительства и эксплуатации ТЭЦ и достижения науки в этой области позволяют наметить основные пути технического прогресса в теплоснабжении народного хозяйства и населения. Остановимся на важнейших из них.

Дальнейшая централизация теплоснабжения за счет крупных ТЭЦ и резкое сокращение неэкономичных мелких котельных и отопительных печей. Удельный вес последних все еще относительно большой и в 1970 г. составил в СССР в целом ~ 32%, а в Казахстане ~ 39%. При переходе на централизованное теплоснабжение расход топлива на получение тепла сокращается на 10—15%. Централизация теплоснабжения жилищно-коммунального хозяйства городов повысилась с 41% в 1970 г. до 54% в 1975 г. Доля всех ТЭЦ страны в суммарном покрытии теплопотребления в 1975 г. достигла 40%. Конечно, в районах, где потребители децентрализованы и плотность нагрузки невысока, что особенно характерно для Казахстана, задача централизации теплоснабжения более эффективно может быть решена районными котельными.

Концентрация производства тепла и увеличение мощностей ТЭЦ. Конденсационные ТЭС ранее сооружались с параметрами пара 30—90 *ата* без промежуточного отбора пара с агрегатами небольшой мощности и имели удельный расход топлива на 200—300 *г* больше, чем ТЭЦ. Поэтому комбинированное производство

тепла и электроэнергии на ТЭЦ, построенных на этих же параметрах пара, было экономически выгодно, независимо от размера тепловых нагрузок и мощности ТЭЦ. Это положение теперь существенно изменилось. В настоящее время строятся крупные конденсационные тепловые электростанции с агрегатами 300, 500, 800 и более *Мвт*, в которых удельный расход топлива уже не более чем на 100 *г/квт · ч* больше, чем на ТЭЦ, а стоимость одного установленного киловатта снижена на 30—35%. Удельные же капиталовложения на ТЭЦ небольшой и средней мощности с параметрами пара 30—90 *ата* довольно высоки. Большой разрыв в удельных капиталовложениях и сравнительно небольшая разница в удельных расходах топлива между современными крупными ГРЭС и ТЭЦ небольшой мощности приводят к тому, что стоимость сэкономленного топлива на таких ТЭЦ не окупает завышенных капитальных затрат на их строительство по сравнению с раздельной выработкой тепла и электроэнергии. В связи с изложенным комбинированное производство тепла и электроэнергии в настоящее время и в будущем будет экономичным только при крупных ТЭЦ с мощными агрегатами. Такие станции позволяют применять повышенные параметры пара и обеспечивают относительно высокую экономичность. За 10 лет (1961—1970 гг.) доля ТЭЦ мощностью до 100 *Мвт* снизилась в 2,3 раза, мощностью же от 200 до 300 *Мвт* и выше возросла в 3,7 раза и их удельный вес в 1970 г. составил 52%. Еще быстрее растет единичная мощность теплофикационных агрегатов. Доля турбин мощностью до 50 *Мвт* за указанное время снизилась в 2 раза, мощностью от 50 до 100 *Мвт* и выше возросла в 5 раз и удельный вес их в мощности теплофикационных агрегатов в 1970 г. составил 53%, а в 1973 г. — 59%.

По прогнозным данным, в ближайшие 10—15 лет отпуск тепла от ТЭЦ удвоится, причем около 75% их агрегатов (по мощности) будет работать на паре давлением 130—240 *ата*, производство электроэнергии ТЭЦ на тепловом потреблении составит 70—75% против 50% в настоящее время. При этом значительно увеличивается удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении и повышается экономия топлива по сравнению с ГРЭС. При переходе от средних параметров пара (35 *ата*, 435°С) к 130 *ата* и 565°С удельная выработка электроэнергии ТЭЦ на тепловом потреблении увеличивается почти в 2 раза, а при переходе к закритическому давлению — почти в 2,5 раза. Расход топлива уменьшается соответственно в 2,2 и 2,9 раза.

Для покрытия пиковых отопительных нагрузок (догрева сетевой воды) на ТЭЦ устанавливаются пиковые водогрейные котлы, которые позволяют удваивать тепловую отдачу ТЭЦ. Они работают 800—1200 часов в год и вырабатывают 20% тепла, отпускаемого ТЭЦ, тем не менее установка их весьма целесообразна.

Электрификация тепловых процессов. Исключительные возможности полной автоматизации (включая автоматическое управление) электрических, в том числе электротермических процессов, высокий к. п. д. таких процессов и сведение при них к минимуму вредных выбросов (в виде пыли и газов) в атмосферу, т. е. оптимальные санитарно-технические условия — все это свидетельствует о перспективности возникшей тенденции электрификации тепловых процессов.

Эта тенденция все больше проявляется как в области высокотемпературных процессов (от обычных электропечей сопротивления до высокотемпературных индукционных и плазменных электродуговых печей), так и в области низкотемпературных процессов (электрокалориферное отопление, кондиционирование воздуха и т. п.)

Электрификация высокотемпературных тепловых процессов сейчас в основном лимитируется только электроэнергетической базой. Электрификация отопления и приготовления пищи во многих районах страны может получить широкое распространение, в особенности в сочетании с тепловыми насосами.

Применение тепловых насосов, повышающих трансформацию тепла. Такие насосы весьма перспективны для теплоснабжения общественных, торговых, промышленных зданий и жилых помещений. Они позволяют переносить тепло низкотемпературных источников в более высокотемпературную среду. Потребление электроэнергии тепловыми насосами на 1 *Гкал* тепла в 3 раза меньше, чем при прямом электрообогреве и составляет не более 400 *квт · ч*.

Тепловые насосы могут производить и выдавать как тепло, так и холод, в связи с чем их особенно целесообразно использовать в южных районах страны для обеспечения зданий и помещений теплом в зимний период и холодом в летний. В настоящее время полупроводниковые и компрессорные тепловые насосы проходят промышленные испытания.

Использование в качестве источника

теплоснабжения геотермальных вод. В ряде районов Советского Союза (в частности, в Казахстане) имеются большие запасы геотермальных вод. В некоторых районах нашей страны (на Камчатке, Чукотке, Северном Кавказе, в Средней Азии и др.) они успешно используются для отопления, горячего водоснабжения теплиц и курортного лечения.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ СССР

Для энергетики Советского Союза наряду с отмеченными выше основными тенденциями технического прогресса характерен ряд особенностей, которые свойственны только нашему обществу и вытекают из его социальной структуры.

Коммунистическая партия Советского Союза и Советское правительство держат твердый курс на развитие энергетики как основы развития всех отраслей народного хозяйства.

Комплекс мероприятий по электрификации народного хозяйства осуществляется по единому общегосударственному плану, который строится исходя из принципа обеспечения планомерного и пропорционального развития всех отраслей народного хозяйства с выделением ведущих отраслей и регионов страны, преимущественное развитие которых на данном этапе имеет общегосударственное значение. В основе такого плана лежит также принцип достижения максимума народнохозяйственного эффекта при минимуме издержек. В этой связи развитие энергетики страны в целом и отдельных ее экономических районов на основе оптимального топливно-энергетического баланса имеет исключительно большое значение. Это объясняется, в частности, тем, что на энергетику в широком ее понимании (добыча ТЭР, получение нужных энергоносителей и транспортировка их до места потребления, использование энергии потребителем) расходуется треть капитальных затрат в промышленности и 20% трудовых ресурсов страны. Следовательно, малейшее отклонение от оптимального варианта развития энергетики дает значительные нерациональные народнохозяйственные издержки.

Все виды энергетических ресурсов становятся все более и более взаимозаменяемыми. В связи с этим, а также для достижения наибольшей надежности в энергоснабжении народного хозяйства создаются единая электроэнергетиче-

ская система, единая система газоснабжения, единая система нефтеснабжения, единая система углеснабжения.

В общегосударственном масштабе обеспечивается взаимодействие этих систем и их оптимальное развитие как единого целого.

Рациональное размещение электростанций и электропотребителей. Около 55% мировых запасов угля и 35—45% природного газа приходится на долю СССР. Примерно 90% этих ресурсов расположено в восточных районах страны (главным образом в Сибири). Между тем основное потребление топлива и энергии (около 80%) имеет место в европейской части Союза. Это обстоятельство создает определенную специфику в размещении производственных мощностей, в формировании отдельных звеньев топливно-энергетического баланса и развития электроэнергетической системы, а именно:

— увеличение удельного веса восточных районов в энерго- и топливопотреблении, в частности, максимальное развитие в этих районах энергоемкой промышленности;

— сооружение в европейской части СССР более ускоренными темпами атомных электростанций. К концу 80-х годов удельный вес электроэнергии, получаемой за счет АЭС, вероятно, составит не менее 30%;

— организация транспортно-энергетических потоков большой пропускной способности (электроэнергии, природного газа, нефти и угля) из восточных районов в европейскую часть СССР.

Реальное осуществление электрической связи между Сибирью и европейской частью Союза, разумеется, зависит от прогресса в технике дальних линий электропередачи, состояния топливно-энергетического баланса и возможностей развития АЭС в западных районах.

Строительство атомных электростанций большой мощности в центрах электрической нагрузки европейской части СССР может несколько ослабить остроту необходимости передачи в этот район электроэнергии из Сибири по технико-экономическим соображениям. Однако потребность в базисных электростанциях в европейской части Союза, эффективность реализации межсистемного эффекта от совместной работы ОЭС Сибири и ЕТС определяет необходимость создания сверхмощной ЛЭП между указанными частями СССР. Со временем (за пределами обозримой перспективы) это может оказаться даже более оправданным для покрытия дефицита энергии, чем строительство на месте ТЭС

на привозном органическом топливе, в особенности, если будут освоены новые методы транспортирования электрической энергии, например, криогенный, позволяющий передавать до 25 млн. *квт* мощности на одну цепь с относительно лучшими показателями.

Формирование Единой электроэнергетической системы. Советский Союз занимает огромную территорию: достаточно сказать, что на его долю приходится одна шестая часть суши земного шара. Временная разница между крайними районами востока и запада страны составляет 10 часов. Энергетические ресурсы Союза распределены очень неравномерно и в большинстве случаев находятся не в районе наибольшего потребления энергии. Все это вызывает необходимость создания электроэнергетических систем и образования Единой энергетической системы страны. Такая общегосударственная задача может быть осуществлена только в нашей социалистической стране. В капиталистическом мире, с его частнособственническим принципом хозяйствования, создание ЕЭС невозможно.

В проблеме централизации распределения электроэнергии особое значение приобретает ее транспортировка, что связано с сооружением мощных и разветвленных линий электропередачи. Конкурентоспособность электронного траспорта с другими его видами (железнодорожного и трубопроводного) объясняется тем, что ЛЭП, помимо транспортировки энергии, позволяют реализовать преимущества работы отдельных электростанций в Единой энергетической системе: использовать гидроэлектростанции для покрытия пиковых нагрузок, сократить установление мощности в объединяемых энергосистемах за счет несовпадения графиков нагрузки, снижения суммарного аварийного резерва, концентрации электрических мощностей и т. д.

Важнейшее направление развития энергетики — охват высоковольтной сетью все больших районов. Сначала организовывались электрические связи между отдельными изолированными энергосистемами. Сейчас взят курс на строительство мощных объединенных энергосистем вплоть до образования Единой энергетической системы всей страны.

В связи с необходимостью широкого охвата народного хозяйства централизованным энергоснабжением, переходом к строительству укрупненных электростанций и формированием объединенных электроэнергетических систем в СССР получило большое развитие строительство мощных линий электропередачи.

Протяженность ЛЭП напряжением 35 *кв* и выше увеличилась с 124 тыс. *км* в 1960 г. до 550 тыс. *км* к началу 1974 г., или в 4,4 раза. Наиболее быстрыми темпами сооружались ЛЭП напряжением 330—500 *кв*, протяженность которых за 1960—1973 гг. увеличилась в 6,3 раза. Это было вызвано сооружением крупных электростанций и формированием объединенных энергосистем европейской части СССР и Сибири и развитием межсистемных электрических связей. Создание Единой энергетической системы потребует дальнейшего развития ЛЭП всех напряжений, промышленного применения линий электропередачи переменного тока 750 *кв* и продолжения работ по линиям электропередачи более высоких напряжений переменного и постоянного тока. Освоенное напряжение 500 *кв* трехфазного тока обеспечивает пропускную способность одной цепи 800—1000 *Мвт* при дальности передачи до 1000 *км*. ЛЭП 750 *кв* находится в стадии широкого освоения: уже работают линии Конаковская ГРЭС — Москва и Донбасс — Запад (Львов). Последняя обеспечивает связь ОЭС европейской части СССР с объединенной электроэнергетической системой «Мир». Расчеты показывают, что уже в ближайшей перспективе потребуется существенное повышение пропускной способности ЛЭП, что может быть обеспечено техническим прогрессом в передаче электрической энергии.

К концу 1975 г. протяженность воздушных линий электропередачи 35—750 *кв* достигнет 600 тыс. *км*, из них напряжением 220—750 *кв* — 115 тыс. *км*, а протяженность ЛЭП 35—154 *кв* увеличится на 120—125 тыс. км, 220—750 *кв* — более чем на 35 тыс. *км*. Ввод линии электропередачи 35—110 *кв* предусматривается для создания новых и развития отдельных узлов сети этого напряжения с целью повышения надежности питания электросетей 6—10 *кв*, главным образом в сельских районах. Увеличение протяженности линий электропередачи напряжением 220—750 *кв* связано с формированием новых объединенных энергосистем, усилением связей между непрерывно развивающимися энергообъединениями и энергосистемами, увеличением внутрисистемных связей, а также выдачей мощности крупных электростанций, повышением надежности электроснабжения существующих и питания вновь создаваемых центров нагрузки. Удельный вес линий электропередачи напряжением 220—750 *кв* (к протяженности всех линий напряжением 35—750 *кв*) увеличится с 12,5 в 1960 г. до 19—20% в 1975 г.

Линии электропередачи напряжением 500 *кв* к 1970 г. получили развитие в объединенных энергосистемах Центра, Средней Волги, Урала, Сибири, а напряжением 330 *кв* — в энергосистемах Северо-Запада, Юга, Северного Кавказа и Закавказья. В объединенной энергосистеме Средней Азии и в других энергосистемах преимущественно развивались ЛЭП напряжением 220 *кв*.

В середине 60-х годов были введены в работу опытно-промышленные линии электропередачи постоянного тока напряжением 800 *кв* (±400 *кв*) длиной 474 *км* и переменного тока напряжением 750 *кв* протяженностью около 100 *км*. В настоящее время будут введены в эксплуатацию линии электропередачи напряжением 750 *кв* общей протяженностью 1200 *км* в объединенной энергосистеме Юга, а также между Ленинградом и Москвой, с помощью чего усилится связь между ОЭС Центра и Северо-Запада. В дальнейшем эти линии электропередачи войдут в общую проектируемую сеть 750 *кв*.

Изменение протяженности и структуры воздушных линий по напряжениям за 1960—1975 гг. приведено в таблице 29[1].

Таблица 29

Напряжение, *кв*	Протяженность воздушных линий электропередачи в одноцепном исчислении, тыс. *км*				Структура ЛЭП, % к итогу года				1975 г. к 1960 г., %
	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	
750—800	—	0,4*	0,56	2,15	—	0,15	0,13	0,36	—
500	2,4	8,17	13,14	21,0	1,4	2,62	3,0	3,47	875
400	2,1**	0,11	0,55	0,55	1,3	0,04	0,12	0,09	26,2
330	1,0	7,0	13,4	21,4	0,6	2,2	3,0	3,53	2140
220	15,4	35,1	50,8	70,0	9,2	11,2	11,4	11,6	455
154	2,0	5,1	5,5	5,5	1,2	1,6	1,2	0,91	275
110	81,2	134,9	185,0	240,0	48,6	43,2	41,61	39,63	296
35	63,1	121,1	175,3	245,0	37,7	38,81	39,45	40,45	388
35—800	167,2	312,05	444,55	605,6	100	100	100	100	365
220—800	20,0	50,85	78,45	115,1	12,5	16,3	17,7	19	551
35—154	146,3	261,2	365,8	490,5	87,5	83,7	82,3	81	335

* Линия постоянного тока 800 *кв*.

** В последующем 2 тыс. *км* были переведены на 500 *кв*.

[1] Как данная таблица, так и другие материалы по развитию ЛЭП и ЕЭС в Союзе нами заимствованы из книги «Энергетика СССР в 1971—1975 гг.» под редакцией А. С. Павленко, А. М. Некрасова. М., 1972.

Необходимость передачи больших количеств электроэнергии от электростанций, размещаемых в районах добычи топлива, дальнейшее увеличение обменных потоков электроэнергии и мощности потребует применения более высоких напряжений. В Директивах XXIV съезда КПСС ставится задача создать комплекс нового высоковольтного и преобразовательного оборудования для линий электропередачи постоянного тока напряжением 1500 тыс. вольт и переменного тока напряжением 1150 тыс. вольт.

В Советском Союзе в настоящее время усиленно идет формирование крупнейших энергетических объединений европейской части страны и образование ЕЭС СССР.

Начало формированию Единой электроэнергетической системы было положено сооружением в 1956—1958 гг. линий электропередачи 400 *кв* (позднее переведенных на напряжение 500 *кв*) от Волжской ГЭС имени В. И. Ленина на Москву и Урал. В остальных районах страны создавались и развивались районные энергосистемы и началось формирование объединенных энергосистем.

Развитие энергосистем шло по пути создания мощных энергообъединений в различных районах страны, дальнейшего объединения их в Единую энергетическую систему европейской части СССР (ЕЕЭС) и сопровождалось повышением напряжения ЛЭП, увеличением единичной мощности основного оборудования и мощности электростанций. Только за последние 20 лет напряжение линий электропередачи повышено с 220 до 750 *кв*.

В период 1961—1970 гг. сформированы и присоединены к ЕЭС объединенные энергосистемы Северного Кавказа (1963 г.), Северо-Запада (1966 г.) и в начале 1970 г.— Закавказья. В 1970 г. практически завершено формирование Единой энергетической системы европейской части страны (включая Урал), в состав которой входит 61 энергосистема и три энергетических района.

От Единой энергосистемы европейской части СССР осуществляется почти полностью электроснабжение народного хозяйства европейской части РСФСР, Украины, Белоруссии, Молдавии, Латвии, Литвы, Эстонии, Армении, Азербайджана, Грузии и части Казахстана. Территория, охватываемая сетями ЕЕЭС, составляет около 6 млн. $км^2$, и на ней проживает около 185 млн. человек, или 75% населения страны. Установленная мощность электростанций, входящих в ЕЕЭС, составляла к началу 1974 г. около 135 млн. *квт*, или 70% всей установленной мощности страны, а выработка

электроэнергии — около 680 млрд. *квт·ч*, или около трех четвертых всей выработанной электроэнергии в стране.

Интенсивно развивается объединенная энергосистема (ОЭС) Сибири, в состав которой в настоящее время входит восемь энергосистем, и охватывает Центральную, Восточную и основную часть Западной Сибири и ОЭС Средней Азии, состоящей из семи энергосистем. Соединением Амурской и Хабаровской энергосистем положено начало формированию ОЭС Дальнего Востока.

В настоящее время на территории страны насчитывается 94 районных энергосистемы, 84 из которых работают параллельно в составе 11 объединенных систем, производящих более 92% всей электроэнергии страны. Созревают условия для их объединения и формирования ЕЭС всей страны. В предстоящем десятилетии в этом отношении будет сделан решающий шаг. В соответствии с Директивами XXIV съезда КПСС в настоящее время проводятся большие работы в направлении создания ЕЭС СССР путем присоединения к ЕЭС европейской части СССР объединенной энергосистемы Северного Казахстана и ОЭС Сибири.

Автоматизация системы управления энергетикой. Большие масштабы производства и потребления, централизация распределения энергии, взаимозаменяемость всех видов энергетических ресурсов и многих видов энергоносителей, глубокое проникновение электроэнергии во все сферы человеческой деятельности, исключительное влияние энергетики на технический прогресс и экономику всех отраслей народного хозяйства делают управление развитием энергетики одним из стержневых вопросов всего народного хозяйства страны в государственном масштабе.

Таким образом, в нашей стране управление большими системами в энергетике превращается в крупную проблему и представляет одну из важных особенностей развития энергетики Советского Союза.

Развитие энергетики нашей страны и впредь будет идти более ускоренными темпами, чем в любой другой стране мира, поскольку к этому у нас имеются все объективные предпосылки, в частности глубокое понимание партией и правительством ее роли в построении коммунистического общества.

Прогнозные проработки ряда авторов дают следующие

данные относительно темпов развития энергетики страны на период III этапа против уровня 1970 г.

На I этапе потребление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) народным хозяйством возрастет в 1,6 раза; потребление электроэнергии — в 2—2,2 раза; потребление пара и горячей воды — в среднем в 2 раза. На уровне III этапа эти цифры составят соответственно 2,9—3,2, 6,8—8,1 и 3,4—3,9.

Электровооруженность населения СССР к концу XX века составит 17—20 тыс. *квт · ч/чел.* против 6—7 тыс. *квт · ч* в среднем по земному шару и 3,0 тыс. *квт · ч* в СССР в 1970 г.

В отношении структуры производства ТЭР, электроэнергии и тепла на уровне III этапа имеются следующие предположения отдельных специалистов:

а) в добыче ТЭР: доля угля — 20%, нефти и нефтепродуктов — 28%, природного и попутного газа — 38%, атомного горючего — 10%, прочих видов — 4% (гидроэнергии — 1%);

б) в производстве электроэнергии: доля ТЭС (по мощности) — 60%, ГЭС — 10%, АЭС и новых методов генерирования — 30%;

в) в производстве тепла : на ТЭЦ — 70%, в котельных — 20% и в прочих установках — 10%.

ГЛАВА V

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ЭНЕРГЕТИКЕ КАЗАХСТАНА

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭНЕРГИИ

Теплоэнергетика

Основные направления технического прогресса в теплоэнергетике мира и СССР, изложенные в главе IV, полностью относятся и к Казахстану. Важнейшие тенденции развития теплоэнергетики — концентрация производства электроэнергии и тепла, укрупнение единичной мощности агрегатов, централизация распределения электрической и тепловой энергии — в полной мере имеют место и в Казахской ССР. Однако нужно отметить некоторые специфические особенности, наиболее характерные для тепловых электростанций республики.

Тепловые электростанции на органическом топливе, так же как и в стране в целом, должны оборудоваться мощными агрегатами — 500—800—1200 и более *Мвт*. В условиях Казахстана вопрос может стать только о параметрах пара.

Сверхкритические начальные параметры пара, как известно, требуют применения значительного количества дорогих теплостойких легированных сталей аустенитового класса. Однако в данном случае обусловленное этим удорожание оборудования не покрывается получаемой экономией топлива вследствие его низкой стоимости. Расчеты показывают, что для весьма дешевых углей Казахстана наиболее целесообразно применение докритических начальных параметров пара (давление 130—170 *ата*). ТЭС на сверхкритических параметрах пара, вероятно, целесообразней для восточных и юго-восточных районов Казахстана, где они будут работать на привозном и, следовательно, относительно дорогом топливе.

На рубеже XX—XXI вв. атомные электростанции, очевидно, будут играть заметную роль на юго-востоке республики, где имеется вполне достаточно воды, но нет своего органического топлива, а затем, возможно, и на юге Казах-

стана. Широкое развитие АЭС на западе (на полуострове Мангышлак), по-видимому, нецелесообразно, так как газотурбинные тепловые электростанции на местном мазуте и попутном газе этого района могут оказаться более экономичными для двух-трехцелевого назначения (выработки электроэнергии, опреснения воды и выработки тепловой энергии).

С увеличением мощности паротурбинных ТЭС, повышением на них параметров пара и усложнением тепловых схем все большую остроту приобретает проблема покрытия пиковых нагрузок энергетических систем республики. Кратковременные пиковые нагрузки, как и везде, наиболее целесообразно покрывать с помощью ГЭС, газотурбинных ТЭС, теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), а также специальных пиковых паротурбинных ТЭС (сооруженных по упрощенной схеме). Большая доля в указанной проблеме принадлежит газотурбинным ТЭС. Вследствие малого потребления воды они представляют большой интерес для Северного и Центрального Казахстана в качестве пиковых, а для богатого мазутом и газом Западного Казахстана — и полубазисных электростанций. В настоящее время такие электростанции в Союзе проектируются мощностью от 50 тыс. *квт* до 1,2 млн. *квт*.

Парогазовые ТЭС и станции с низкокипящими теплоносителями в хвосте обычного паротурбинного цикла пока еще не отработаны и в ближайшей перспективе не могут лечь в основу технического прогресса в теплоэнергетике республики.

Одной из важнейших проблем теплоэнергетики в Казахстане является охлаждение отработанного пара турбин и связанное с ним водоснабжение тепловых электростанций. Многие районы нашей республики, как указывалось выше, испытывают острый дефицит в воде. Такова вся северная ее часть (включая центральные области), где сосредоточены почти все топливно-энергетические ресурсы Казахстана. По расчетам, удельная потребность в охлаждающей воде для конденсаторов пара турбин ТЭС на органическом топливе (угле, мазуте и газе) составляет 100 $м^3$ в час на 1 *Мвт* мощности, а на ядерном горючем — даже 160 $м^3$. Уже из этих цифр ясно, что для мощных ТЭС необходим очень большой расход воды, который лимитирует использование проточных схем охлаждения. Для сооружения же оборотных схем с искусственными водохранилищами или прудами-охладителями требуется затопление больших земельных площа-

дей и при этом значительное количество воды теряется на испарение. Поэтому по мере роста мощностей ТЭС приходится все больше ориентироваться на оборотное охлаждение воды в градирнях. В США уже запроектированы башенные градирни для энергоблоков 1,3 млн. *квт* (по одной на блок). Их размеры: высота — 100 *м*, диаметр — 200 *м*. Однако при таких градирнях капиталовложения в тепловые электростанции с оборотными схемами охлаждения увеличиваются примерно на 6%, а себестоимость электроэнергии — на 5% по сравнению с проточными схемами. К тому же количество воды, необходимой для добавки в цикл, а также ухудшение микроклимата окружающего района из-за создаваемого градирнями постоянного тумана достигают таких масштабов, что делают крайне необходимым поиск новых схем охлаждения отработавшего в турбинах пара.

Для районов с постоянным дефицитом водных ресурсов, но богатых углями (Северный и Центральный Казахстан) особый интерес представляет предложенная Геллером (Венгрия) схема оборотного охлаждения воды конденсаторов наружным воздухом «в сухих» градирнях — калориферных охладителях. Эта схема уже успешно применяется в Англии и ФРГ на энергоблоках 120—150 *Мвт* и в настоящее время проектируется ее применение для более мощных энергоблоков. Проверена она с успехом и в условиях Казахстана. Единственным и существенным ее недостатком является большой расход алюминия на «сухие» градирни. Однако здесь имеются еще очень большие возможности для конструкторской мысли.

При развитии теплоэнергостроительства все большее значение приобретает борьба с загрязнением воздушного и водного бассейнов. Основное внимание при этом уделяется борьбе с вредными выбросами в атмосферу в виде летучей золы, сернистого ангидрида и окислов азота.

Для уменьшения выбросов золы в настоящее время повсеместно применяется золоочистка с помощью электрофильтров, в последние годы — мокрая золоочистка с трубами-коагуляторами Вентури, а для большего рассеивания вредных выбросов (в том числе и вредных газов) — высокие дымовые трубы.

Степень улавливания золы в электрофильтрах ФРГ, Англии и Франции превышает сейчас 99%. Высота дымовых труб более 300 *м*. Однако на ТЭС СССР, сжигающих, в частности, экибастузские угли, электрофильтры практически улавливают только около 85% золы. В районе будущих

Экибастузских ГРЭС общей мощностью в 16 млн. *квт* вынос в атмосферу летучей золы, например, будет характеризоваться следующими цифрами:

к. п. д. электрофильтров, %	85 (обычный)	95 (макс. достигнутый)	93 (проектный)	99,5 (макс., достигнутый в ФРГ и Англии)
Годовой вынос в атмосферу летучей золы, млн. *т*	3,6	1,2	0,49	0,13

Загрязняться будет площадь вокруг станций в радиусе 50—60 *км*.

Для улучшения работы электрофильтров зачастую перед ними включаются трубы-коагуляторы Вентури, что, как показывают исследования КазНИИЭ, обеспечивает суммарное улавливание золы порядка 99%. Однако обнаружена уже сильная коррозия электродов электрофильтров, кроме того, вся уловленная зола переносится водой в почву, а в золе обнаружены некоторые вредные микроэлементы (в частности, фтор). Накапливаясь в отстойниках, они затем загрязняют гидросферу. Таким образом, мокрая золоочистка с помощью труб Вентури только способствует переносу загрязнений из атмосферы в гидросферу.

Наиболее эффективным способом защиты окружающей среды от вредных выбросов ТЭС является максимальное обогащение твердого, жидкого и газообразного топлива с целью наиболее полного извлечения минеральной части и серы (лучше всего в сочетании с комплексным использованием всех составляющих топлива). В этом направлении, например, исключительно целесообразно обогащение экибастузских углей на месте добычи с предельным удалением минеральной части и последующим извлечением из нее глинозема (содержание которого, как указывалось, ~30%). Такое решение позволит, по меньшей мере, вдвое снизить вынос летучей золы в атмосферу и одновременно обеспечить сырьем Павлодарский алюминиевый завод, находящийся в 130 *км* от угольных разрезов.

Второе, также эффективное решение — это применение новых способов сжигания многозольных углей, сернистых мазутов и газов, позволяющих улавливать подавляющую долю минеральной части и серы в самом топочном устрой-

стве. Таковы — циклонное сжигание, сжигание в псевдосжиженном (кипящем) слое и т. п. При этом может быть уловлено свыше 80% вредных веществ, что значительно разгружает последующую газоочистку и обеспечивает наиболее высокое суммарное улавливание. Кроме того, в этом случае для обеспечения санитарных норм очистки (0,5 миллиграмма на 1 $м^3$) при высоте трубы 250 *м* достаточно иметь к. п. д. электрофильтров 90—92%, что близко к достигнутой в настоящее время степени улавливания.

В теплоэнергетике Казахстана определенную роль может играть использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).

Как отмечено в нашей монографии «Основы развития энергетики Казахстана», промышленность (кроме электростанций) потребляет около половины всего добываемого топлива и около 70% всей вырабатываемой электроэнергии. При этом коэффициент полезного действия промышленных огневых печей лишь около 35%. Значительная доля тепловых потерь приходится на отходы производства, содержащие еще достаточное количество физического или химического тепла, на так называемые вторичные (попутные) энергетические ресурсы.

Их принято делить на следующие основные виды:

1. Горючие — отходы производства, содержащие химическое тепло — горючие газы, горючие шлаки, смолы, древесные отходы и др.

2. Тепловые — отходы производства, содержащие физическое тепло — отходящие газы промышленных печей (до 75% общего количества тепловых ВЭР), охлаждающая вода печей и аппаратов, расплавленные шлаки, горячая технологическая продукция и т. п.

Технический прогресс в промышленной теплоэнергетике имеет два направления: с одной стороны, создание новых высокоэффективных в энергетическом отношении огневых процессов с минимумом потерь (ВЭР), с другой стороны, максимальное использование ВЭР для технологических и энергетических целей.

В 1951 г. КазНИИ энергетики впервые предложил обобщение циклонного способа сжигания мелкого топлива на другие процессы переработки мелких руд и концентратов. При этом высокотемпературные отходящие газы циклонов непосредственно направляются в рекуператоры (с целью подогрева воздуха для подачи перерабатываемого материала и ведения процесса) или предварительно проходят через кот-

лы-утилизаторы (для получения технологического или энергетического пара). Таким образом получаются весьма эффективные в энергетическом отношении огневые процессы. Такие циклонные камеры с верхним выводом газов прямо в котлы-утилизаторы уже осуществлены и успешно работают в Казахстане на Джамбулском суперфосфатном заводе для переработки фосфоритов Каратау на кормовые фосфаты. Ряд таких установок имеется и для возгонки редких элементов из угольной золы и низкосортного топлива.

Как уже отмечалось выше, в народном хозяйстве Казахстана большой удельный вес имеют энергоемкие отрасли тяжелой промышленности (цветная и черная металлургия, химическая промышленность) с большим количеством вторичных энергоресурсов, использование которых представляет значительный интерес.

При технологическом их использовании возможна частичная (вплоть до полной) замена топлива ряда промышленных печей горючими ВЭР, регенерация тепла в промышленных печах путем подогрева воздуха и топлива тепловыми или горючими ВЭР, непосредственное покрытие технологических и отопительных тепловых нагрузок производства тепловыми ВЭР и т. п. Все это высвобождает довольно значительное количество первичных ТЭР для энергетических целей.

Электроэнергетическое использование ВЭР обычно осуществляется на утилизационных электростанциях или установках за счет горючих и тепловых ВЭР. Понятно, что вполне возможно и в ряде случаев целесообразно комбинированное тепло-электроэнергетическое использование ВЭР.

В настоящее время использование горючих ВЭР в индустриально развитых странах достигает 80% (от их выхода), тепловых — 25—35%. В Советском Союзе к концу 1975 г. использование горючих ВЭР будет доведено до 97%, тепловых — до 50%.

Удельный вес ВЭР в приходной части общего топливно-энергетического баланса Казахстана в конце XX века, вероятно, составит, по прогнозным данным, около 5—6%.

Теплоснабжение децентрализованных потребителей многих районов Казахстана (да и всей страны) со временем, по-видимому, окажется целесообразным переводить на автоматизированные групповые и индивидуальные котельные установки, работающие на газе. В районах, располагающих избыточной дешевой электроэнергией, весьма эффективно

теплоснабжение на базе непосредственного использования электрической энергии.

В настоящее время в ряде городов страны (пока в порядке эксперимента) электроэнергия применяется и для получения низкопотенциального тепла, в частности для приготовления пищи. Таким городом в Казахстане является Балхаш. В связи с пуском Капчагайской ГЭС следовало бы в число таких городов включить и Алма-Ату, что позволит исключить применение здесь газа в быту и оздоровит атмосферу столицы республики.

Для некоторых районов Казахстана одним из весьма важных источников теплоснабжения являются геотермальные воды. Такой существенный и дешевый источник тепла следовало бы шире использовать, для чего в республике имеются немалые возможности. По данным В. С. Жеваго («Термальные воды Средней Азии и Казахстана. Термальные воды СССР и вопросы их теплоэнергетического использования»), на территории Казахстана имеются большие запасы геотермальных вод с температурой от 20 до 140°С. Это прежде всего районы Чуйской, Присырдарьинской, Прикаспийской и некоторых других впадин.

Перспективные направления технического прогресса в теплоэнергетике уже закладываются в основу развития теплоэнергостроительства в республике. В качестве примеров можно привести параметры и технические характеристики крупнейших ГРЭС Казахской ССР — Ермаковской, Джамбулской и Экибастузских ГРЭС.

Ермаковская ГРЭС — одна из пока еще немногих наиболее крупных тепловых электростанций страны и самая мощная ТЭС в Казахстане (2,4 млн. *квт* и, вероятно, будет увеличена до 3 млн. *квт*), расположена в 30 *км* от г. Павлодара. Она предназначена для электроснабжения предприятий Павлодарского промышленного узла (Павлодарского алюминиевого завода, Ермаковского ферросплавного завода и других), а также народного хозяйства сопредельных областей республики и Сибири (Восточно-Казахстанской, Семипалатинской, Целиноградской, Карагандинской областей КазССР, Омской области, Алтайского края РСФСР).

Строительная площадка ГРЭС выбрана с учетом максимального приближения к топливной базе, источнику водоснабжения. Топливом для ГРЭС служит экибастузский уголь открытой разработки (себестоимость его 80—90 коп/*т* и т.). Использование этого угля, несмотря на большое со-

держание в нем золы (40—50%), позволяет получать дешевую электроэнергию (0,3 *коп/квт · ч*).

Отпуск электроэнергии от ГРЭС намечается на напряжениях 110, 220, 330 и 500 *кв*, на которых осуществляется также связь с соседней энергосистемой и гидростанциями.

Основное оборудование станции состоит из восьми энергоблоков* мощностью по 300 *Мвт*, имеющих следующие характеристики:

— котел прямоточный пылеугольный (типа ПК-39/1 ЗиО) двухкорпусный, 2 х 475 *т/ч*, на давление 255 *ата* и температуре перегретого пара 545/545°С;

— турбина одновальная (типа К-300-240 ХТГЗ), мощностью 300 *Мвт* на начальные параметры пара 240 *ата* и 540°С с промежуточным газовым перегревом его при давлении 40—35 *ата* до температуры 540°С;

— генератор 300 *Мвт* (типа ТГВ-300-2 Электротяжмаша) напряжением 20 *кв*.

Котельный агрегат имеет два симметричных корпуса, каждый из которых выполнен по Т-образной схеме. Для уменьшения износа, обусловленного высокой абразивностью золы экибастузского угля, скорости газов в конвективных газоходах приняты 6—6,5 *м/сек*.

Техническое водоснабжение ГРЭС рассчитано на расход воды в летний период 82 $м^3/сек$.

Вследствие высокой зольности экибастузского угля и необходимости обеспечения чистоты атмосферного воздуха предусматривается двухступенчатая очистка дымовых газов: сначала в батарейных циклонах, а затем в электрофильтрах. Коэффициент полезного действия установки, по данным Гипрогазоочистки, принят 98—99%. Фактически он пока значительно ниже ~85%.

На каждые два блока сооружается одна железобетонная дымовая труба диаметром 7 *м* и высотой 180 *м* для большего рассеивания вредных выбросов и меньшего загрязнения атмосферного воздуха в районе ГРЭС.

Опыт работы ранее введенных в эксплуатацию электростанций на экибастузском угле (Троицкая ГРЭС, Павлодарская ТЭЦ и др.) показал, что зола и твердый (гранулированный) шлак этого угля по своим физико-механическим свойствам и размерам частиц отличаются незначительно,

---

* Так называемых «дубльблоков», т. е. с двухкорпусными паровыми котлами — котельными агрегатами на каждый турбоагрегат.

что предопределило применение для Ермаковской ГРЭС схемы совместного транспорта золы и шлака в золоотвал.

Схема электрических соединений ГРЭС разработана в увязке с утвержденной схемой развития сетей энергосистемы. Для электроснабжения потребителей, расположенных вблизи ГРЭС, создается ОРУ 110 *кв*, а для отдаленных потребителей и системной связи — 330 и 500 *кв*.

Технико-экономические показатели Ермаковской ГРЭС характеризуются следующими данными:

Удельные капиталовложения в строительство, включая жилое строительство и затраты на строительную базу, *руб/квт*	117
Удельный строительный объем главного корпуса, $м^3/квт$	0,14
Удельный расход условного топлива на отпущенный киловатт-час, *г/квт · ч*	332
Удельный расход электроэнергии на собственные нужды, %	5,2
Удельная численность эксплуатационного персонала, *чел./Мвт*	0,568
Территория промышленной площадки в ограде (без ОРУ), *га/100 Мвт*	0,95
Себестоимость отпущенной электроэнергии, *коп./квт · ч*	0,364

Джамбулская ГРЭС является одной из наиболее мощных и высокоэкономичных тепловых электростанций Казахстана. Хотя она и оборудована уже неперспективными блоками по 200 *Мвт*, но по организации и культуре производства, а также по достигнутым показателям она представляет собой одну из наиболее передовых электростанций страны. Сдана в эксплуатацию (первый блок) в канун пятидесятилетия Великой Октябрьской социалистической революции 6 ноября 1967 г. Расположена ГРЭС на окраине города Джамбула, в районе развивающейся химической промышленности (производства фосфорных удобрений на базе крупнейшего в Советском Союзе месторождения высококачественных фосфоритов Каратау). Основным топливом ГРЭС является газ Бухарского месторождения (Узбекская ССР), а резервным — мазут, вероятно, Чимкентского нефтеперегонного завода, в настоящее время строящегося.

ГРЭС снабжается технической водой из реки Талас и работает по самотечной системе пропуска охлаждающей воды через конденсаторы турбин.

Станция чисто конденсационная, блочного типа. Общая проектная мощность ГРЭС 1200 *Мвт*. Первая очередь станции мощностью 600 *Мвт* закончена и в настоящее время успешно эксплуатируется. Установленная мощность Джамбулской ГРЭС, вероятно, значительно увеличится, что вызывается растущей потребностью в электроэнергии областей Южного Казахстана и сопредельных районов Киргизии и Алма-Атинского энергоузла. Уже в настоящее время энергия ГРЭС передается в эти районы. Расчеты показывают бóльшую целесообразность увеличения мощности этой станции по сравнению с сооружением новой ГРЭС соответствующей мощности в данном районе. По предварительным проработкам, речь идет об увеличении мощности станции до 1800 *Мвт*, но, вероятно, это не предел.

Джамбулская ГРЭС является первой станцией в Казахстане и республиках Средней Азии с энергоблоками по 200 *Мвт*.

Основное оборудование каждого энергоблока первой очереди ГРЭС имеет следующие технические характеристики:

— котел прямоточный газомазутный (типа ПК-47-3ГМ ЗиО) двухкорпусный, 2 х 320 *т/час*, на давление пара 149 *ата* и температуре перегретого пара 570°С;

— турбина одновальная (типа К-200/130-1 ЛМЗ) мощностью 200 *Мвт*, 3000 об/мин., на начальные параметры пара 130 *ата*, температуре первичного и вторичного пара 565°С;

— генератор 200 *Мвт* (типа ТГВ-200 Электротяжмаша), напряжением на выходах 15 750 *в*.

Проектные технико-экономические показатели станции следующие:

— удельный расход условного топлива на отпущенный *квт · ч* электроэнергии 353 *г/квт · ч*;

— расход электроэнергии на собственные нужды 6,37%;

— себестоимость отпущенной электроэнергии 0,61 *коп./квт · ч* (достигнутая).

Экибастузские ГРЭС. Для покрытия дефицита мощности и энергии объединенной энергосистемы (ОЭС) Северного Казахстана и передачи электроэнергии в другие районы республики и на Урал на Экибастузском угольном мес-

торождении начато строительство комплекса мощных тепловых электростанций.

В составе его предусматривается сооружение 4 ГРЭС суммарной мощностью 16 млн. *квт*. С учетом Ермаковской ГРЭС общая электрическая мощность комплекса составит 18,4 млн. *квт*.

Обеспечение санитарно-гигиенических норм по выбросам дымовых газов, связанных со специфическими свойствами золы экибастузских углей, и условия обеспечения технического водоснабжения для охлаждения конденсаторов турбин определяют размещение строительных площадок ГРЭС. В связи с этим при проектировании ГРЭС особые требования предъявлялись к золоулавливающим устройствам. Расчеты запыленности и загазованности показали, что максимальная концентрация золы в дымовых газах при принятых высотах дымовых труб в 250 *м* составит около 0,4 *мг/м*^{3}, а сернистого ангидрида — около 0,35 *мг/м*^{3}, что несколько ниже допустимых санитарных норм (0,5*мг/м*^{3}).

Единственным источником водоснабжения проектируемых тепловых электростанций на Экибастузе может служить только канал Иртыш — Караганда. Расходы воды в канале (летний — 75 *м*^{3}*/сек*, зимний — 42 *м*^{3}*/сек*) недостаточны для технического водоснабжения по прямоточной схеме. Поэтому для всех возможных точек размещения ГРЭС принята оборотная система технического водоснабжения с прудами-охладителями.

Новосибирское отделение института Теплоэлектропроект, проектирующее комплекс, рекомендует для строительства ГРЭС четыре площадки, расположенные к северу и северо-востоку от г. Экибастуза на расстоянии 14—30 *км*: ГРЭС-1 — у оз. Женгельды, ГРЭС-2 — в урочище Акбидаик, ГРЭС-3 — у оз. Кудайколь, ГРЭС-4 — у оз. Шандаксор*.

Проектные проработки показали целесообразность комплектования ГРЭС Экибастузского комплекса блоками единичной мощностью 500 *Мвт*. В этом случае по сравнению с блоками 300 *Мвт* удельные расходы материалов и физические объемы работ на 1 *квт* мощности снижаются на 15—20%, территория отчуждаемой земли — на 30—40%, сокращается срок строительства (при вводе в эксплуатацию одинаковой суммарной мощности) и уменьшаются суммарные

---

* По целому ряду соображений возможны и другие варианты размещения этих ГРЭС — вне района Экибастуза.

приведенные затраты на 15%; уменьшается штатный коэффициент по эксплуатационному и ремонтному персоналу. Увеличение единичной мощности блока на экибастузском угле сверх 500 *Мвт* встречает конструктивные затруднения, связанные со специфическими свойствами этого топлива.

Повышенная абразивность золы и связанное с этим интенсивное истирание поверхностей нагрева котла обусловливают необходимость снижения скоростей газа, в частности в конвективных газоходах, до 6—7 *м/сек*, что, естественно, приводит к значительному увеличению габаритов котлов. Выполненные проработки показали целесообразность ограничения производительности однокорпусных котлов на экибастузском угле величиной не более 1600—1700 *т/ч*, что соответствует единичной мощности энергоблока 500 *Мвт*. Поэтому вариант установки блоков по 500 *Мвт* рекомендован для Экибастузских ГРЭС в качестве оптимального.

Технико-экономические расчеты по вариантам установленной мощности ГРЭС Экибастузского комплекса дали следующие результаты (табл. 30).

Таблица 30

Показатели	Варианты предельных мощностей			
	I	II	III	VI
	8 ГРЭС по 2000 *Мвт*	4 ГРЭС по 3000 *Мвт* 1 ГРЭС на 4000 *Мвт*	4 ГРЭС по 4000 *Мвт*	2 ГРЭС по 5000 *Мвт* 1 ГРЭС на 6000 *Мвт*
Капиталовложения в ГРЭС на 1 *квт* установленной мощности, *руб./квт*	108	105	101	99
Годовые эксплуатационные расходы ГРЭС на 1 *квт* установленной мощности, *руб./квт*	17	16,6	16,5	16,4
Удельные расчетные затраты на 1 *квт · ч* выработки, *коп./квт · ч*	0,63	0,61	0,59	0,59

Для строительства рекомендован вариант четырех ГРЭС мощностью по 4000 *Мвт*, так как он обеспечивает минимальные суммарные и удельные затраты, наиболее целесообразен по условиям организации эксплуатации, удовлетворяет требованиям санитарно-гигиенических норм.

Основная технологическая схема Экибастузских ГРЭС принимается по блочному принципу котел — турбина — ге-

нератор — трансформатор без поперечных связей по основным технологическим коммуникациям. С целью упрощения схемы и повышения надежности работы к установке приняты моноблоки каждый с одновальной турбиной Харьковского турбинного завода и однокорпусным котлом производительностью 1650 *т/ч*.

На ГРЭС-1 предполагается установить энергоблоки со следующими техническими характеристиками:

— котел однокорпусный, 1650 *т/час,* на давление пара 255 *кг/см*^{2}, температуре первичного и вторичного перегрева 545°С;

— турбина 500 *Мвт* (типа К-500-240 ХТГЗ);

— генератор 500 *Мвт* (типа ТГБ-500 Электротяжмаш).

Исходя из санитарных требований, а также по условиям предохранения дымососов от абразивного износа предусматривается установка многопольных электрофильтров с высотой электродов 12 *м,* проектной степенью очистки не ниже 99%.

На каждой ГРЭС предусмотрено сооружение двух дымовых труб высотой 250 *м* с четырьмя внутренними металлическими стволами и одним несущим железобетонным стволом. Каждый блок 500 *Мвт* присоединяется к одному стволу.

В качестве основы системы автоматического управления блока принимается ЭВМ с индивидуальной для каждого блока информационной системой и общей для всех смежных блоков вычислительной машиной.

Отпуск электроэнергии ГРЭС предусматривается на трех напряжениях: 220 *кв* — для питания местных нагрузок, 500 *кв* — для питания нагрузок объединенной Северо-Казахстанской энергосистемы, 750—1150 *кв* — для передачи мощности на Урал.

Система технического водоснабжения решается по блочной схеме, расход циркуляционной воды для ГРЭС мощностью 4000 *Мвт* определен в 120 *м*^{3}*/сек.*

Удаление золы и шлака гидравлическое, совместное, в единый золоотвал, организуемый на базе о. Карасор, расположенного в 7—15 *км* от площадок ГРЭС.

По данным проектных организаций, технико-экономические показатели топливной базы Экибастузского энергопромышленного комплекса характеризуются следующими данными: удельные капиталовложения в топливную базу — 5,1 руб./*т* у. т.; себестоимость топлива — 1,02 руб./*т* у. т;

себестоимость отпущенной электроэнергии — 0,4 коп. за *1 квт · ч.*

Гидроэнергетика

В Казахстане, как и в целом по Союзу, имеются большие возможности для дальнейшего развития гидроэнергостроительства.

По современной оценке технически возможные к использованию гидроэнергоресурсы в Казахстане составляют 60—65 млрд. *квт · ч,* экономически целесообразные 25—30 млрд. *квт · ч.*

По прогнозным данным, использование экономически целесообразных ресурсов в ближайшей перспективе составит по Казахстану около 35%.

Гидроэнергоресурсы, как известно, определяются двумя параметрами — количеством водных ресурсов и потенциалом их высотного положения. Из этих двух компонентов водные ресурсы используются всеми отраслями народного хозяйства как вещество, масса или среда. Они, разумеется, должны быть использованы гармонично (как для водопотребителей, так и для водопользователей)* в соответствии с общегосударственными задачами, исходя из условия достижения максимума народнохозяйственного эффекта. Следовательно, комплексное использование ресурсов воды может существенно уменьшить возможность гидроэнергетического их использования как в количественном отношении, так и в отношении режима работы ГЭС. Поэтому перспективный уровень гидроэнергостроительства непосредственно связан с общим развитием водного хозяйства в широком смысле этого слова. Во многих районах нашей страны, особенно в тех, где развито поливное земледелие, гидроэлектрические станции работают по вынужденному (подчиненному интересам ирригации) режиму.

Анализ современных тенденций гидроэнергетического строительства и водного хозяйства в целом и вероятного технического прогресса в этой области позволяет наметить на обозримый период основные направления их развития в Казахстане.

Наиболее эффективным является использование гидроэнергоресурсов республики бассейнов рек Иртыша и Или. Здесь можно получить с приемлемыми экономическими по-

---

* Водопотребление — это водоснабжение всех отраслей народного хозяйства, населения и ирригации. Водопользование — водный транспорт, рыбное хозяйство и гидроэнергетика.

казателями ~20—25 млрд. *квт·ч* электроэнергии. В районах с ограниченными ресурсами энергетического топлива, разумеется, необходимо наиболее полное использование гидроэнергетических ресурсов даже при относительно худших экономических показателях их освоения по сравнению с тепловыми электростанциями.

Целесообразно строительство экономичных ГЭС с относительно небольшим числом часов использования установленной мощности, а также гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС) для покрытия пиковой части графика электрической нагрузки и выполнения функций резерва мощности в энергосистемах. В Казахстане такие станции могут и должны быть построены на верхних и средних участках рек Иртыша и Или.

Для указанных целей, по нашему мнению, необходимо реконструировать все эксплуатируемые гидроэлектростанции республики, имеющие зарегулированные мощности. К таким станциям в Казахстане относятся Бухтарминская и Капчагайская.

Агрегаты Бухтарминской ГЭС, суммарной установленной мощностью 675 *Мвт*, работают 3400 часов в году. Водохранилище этой ГЭС располагает огромной емкостью для многолетнего регулирования стока реки Иртыш, поэтому на этой реке целесообразно для развития района в ближайшие годы строительство Шульбинской ГЭС установленной мощностью 1200 *Мвт* с водохранилищем, могущим перерегулировать сток Иртыша после Бухтарминской ГЭС. Как показывают исследования КазНИИ энергетики, это делает целесообразным увеличение установленной мощности Бухтарминской ГЭС до 1500 *Мвт*, т. е. позволит превратить ее в чисто пиковую станцию, столь необходимую для северо-восточной электроэнергетической системы Казахстана, являющейся одной из крупных в стране.

Капчагайская ГЭС на р. Или сдана в 1972 г. в эксплуатацию на полную проектную установленную мощность 434 *Мвт*, с числом часов работы в году 2600. Эта ГЭС также располагает водохранилищем большой емкости для многолетнего регулирования колебаний стока Или. Алма-Атинская энергетическая система уже сейчас нуждается в пиковой мощности. Следовательно, имеются реальная возможность и насущная необходимость значительно увеличить установленную мощность Капчагайской ГЭС, доведя ее хотя бы до 750 *Мвт* и превратив в пиковую и резервную мощность энергосистемы. При этом необходимо будет построить

ниже Капчагайской ГЭС, в районе Тасмуруна, водохранилище, перерегулирующее сток р. Или по режиму ирригации в нижнем течении Или.

Комплексное использование водных ресурсов особенно необходимо и целесообразно в районах, где водопользователями являются несколько отраслей народного хозяйства. В современных условиях и тем более в обозримой перспективе, когда все больше возрастают требования к воде (к ее количеству и качеству), трудно представить себе монопольное использование водных ресурсов каким-либо одним потребителем. Гидроузлы и гидротехнические сооружения многоцелевого назначения с общегосударственной точки зрения будут более экономичными. Комплексность использования водных ресурсов особенно характерна для Южного и Юго-Восточного Казахстана, в частности, в его южных и юго-восточных районах, где гидроэнергетика непосредственно связана с ирригацией, являющейся здесь ведущей отраслью водного хозяйства. В условиях Казахстана река Иртыш имеет и будет иметь энергетическое, транспортное и водоснабженческое значение, река Или — преимущественно ирригационное и энергетическое, а река Сырдарья — ирригационное. Гидроэнергостроительство в Казахстане так же, как и в других республиках, в обозримой перспективе должно развиваться исходя из условий комплексного энерговодохозяйственного использования водотоков.

Режим работы гидроэлектростанций в значительной своей части зависит от их планово-высотного расположения в водохозяйственной системе.

ГЭС в горных районах, расположенные выше водохранилищ ирригационного назначения, должны работать в чисто энергетическом режиме. Если ГЭС имеют регулирующую сток емкость, то они также должны работать сообразно с колебаниями нагрузки энергосистемы. В республике к таким ГЭС могут быть отнесены все гидроэлектростанции бассейна Иртыша выше Бухтарминского гидроэнергоузла, а также части каскадов ГЭС на реках Заилийского и Джунгарского Алатау.

Гидроэлектростанции, расположенные ниже регулирующих водохранилищ комплексного назначения, должны работать в режиме, соответствующем требованиям неэнергетических отраслей водного хозяйства. В частности, если такие водохранилища в основном предназначены для орошения земель или навигационных условий в нижнем тече-

нии рек, то выработка ГЭС соответственно должна быть повышенной в вегетационный (или навигационный) период, а в остальную часть года соответствовать стоку, потребному главным образом для водоснабжения и санитарных попусков. К таким ГЭС в республике следует отнести Чардаринскую ГЭС на Сырдарье, ГЭС на Чилике, а также все ГЭС на Иртыше, ниже Шульбинского створа.

Большое значение для работы энергетических систем имеет способность ГЭС осуществлять кратковременное (суточное и недельное) регулирование располагаемой мощности. В данном отношении у ГЭС большие преимущества перед ТЭС. Для этого необходимо, чтобы гидроэлектростанции имели соответствующую регулирующую емкость как в верхнем, так и в нижнем бьефах. Такие условия, как правило, имеются у ГЭС с сомкнутыми бьефами. При этом они могут работать в пределах установленной мощности в течение суток или недели. Ограничение может иметь место только в случаях попуска в нижний бьеф воды. В Казахстане к подобным ГЭС можно отнести Бухтарминскую, расположенную в верхней части подпертого бьефа Усть-Каменогорской ГЭС, и Шульбинскую при условии строительства ниже нее Семипалатинской ГЭС со смыканием верхнего бьефа.

В некоторых случаях регулируемая мощность может быть получена и на каскадах ГЭС без смыкания бьефов, если на достаточном протяжении нижнего бьефа нет никаких требований к устойчивости уровней и расходов воды (отсутствие водозаборов, водного транспорта, целевых затруднений и т. п.). Такие условия характерны для ГЭС, расположенных в горных частях рек. В условиях Казахстана примером могут служить возможные каскады ГЭС на реках Бухтарме, Чилике, Коксу, Лепсе и Тентеке. В аналогичных условиях находится и Чардаринская ГЭС на реке Сырдарье, в нижнем бьефе которой на протяжении почти 250 *км* нет водозаборных ирригационных и других сооружений, а также опасных в отношении затопления мест. Поэтому регулирование режима работы этой ГЭС в пределах ее установленной мощности не имеет ограничений.

Гидроэлектростанции с водохранилищами большой емкости, кроме покрытия пиковой части графика нагрузки, могут выполнять в энергосистемах и функции резерва. Техническая маневренность машинных агрегатов позволяет возлагать на такие ГЭС функции эксплуатационного резерва для покрытия случайных колебаний нагрузки энергосис-

темы, а также аварийного резерва, т. е. функции «горячего» резерва в системе. Наконец, такие ГЭС могут выполнять и функции стратегического резерва энергосистем для покрытия временного дефицита электроэнергии. К ним в Казахстане можно отнести Бухтарминскую, Шульбинскую и Капчагайскую ГЭС.

Использование ГЭС в качестве резерва в энергосистеме связано с сверхплановым опорожнением водохранилища, следовательно, в этом случае потребуется восстановление объема последнего путем форсирования выработки электроэнергии на ТЭС. Использование ГЭС в энергосистеме в качестве резерва, естественно, должно быть увязано с требованиями других отраслей водного хозяйства.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ТРАНСПОРТИРОВКЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Электроэнергетическая система

В условиях СССР наиболее рациональным и прогрессивным направлением развития электроэнергетической базы является Единая энергетическая система (ЕЭС).

В Казахской ССР, имеющей большую территорию и сильно децентрализованные энергетические узлы, ЕЭС еще более необходима, и она здесь, вероятно, будет создаваться в три этапа: создание местных энергосистем; объединение отдельных местных энергосистем и создание звеньев и формирование ЕЭС республики. Но даже в отдаленной перспективе в Казахстане еще могут сохраниться отдельные изолированные местные энергосистемы и энергоузлы.

Особо важное значение в условиях Казахстана приобретают широко известные технико-экономические преимущества энергосистем и их объединения в ЕЭС. Из-за неравномерности распределения энергетических ресурсов важнейшее значение имеет первое основное преимущество энергосистем — возможность электроснабжения промышленных предприятий, размещенных вблизи сырьевых ресурсов, путем строительства высоковольтных ЛЭП. Так, в частности, решается проблема электроснабжения ряда промышленных узлов Северного и Центрального Казахстана: Джезказганского — магнитки цветной металлургии, Амангельдинского, возникающего на базе бокситов Тургайской области, Акчатауского — на базе молибденовых руд Карагандинской области, Бощекульского — на базе медных руд Павлодарской области и др.

Очень важное значение для Казахстана приобретает второе преимущество ЕЭС — возможность самой широкой и глубокой электрификации сельского хозяйства. Наша республика, как известно, стала после освоения целинных и залежных земель одной из основных сельскохозяйственных баз Советского Союза. На обширной территории республики совхозы, колхозы и другие сельскохозяйственные предприятия размещены довольно децентрализованно. Значительная их часть сильно удалена от источников энергетических ресурсов, а транспортные связи в ряде случаев все еще слабы. Эти обстоятельства очень осложняют энергоснабжение сельского хозяйства. Основные массивы целинных земель (да и вообще посевных площадей) расположены в Северном Казахстане. Здесь будут проходить главные магистрали ЛЭП будущей ЕЭС республики, что, следовательно, создает наивыгоднейшие условия для централизованного электроснабжения сельского хозяйства региона.

Единая электроэнергетическая система создает благоприятные условия и для широкой электрификации железных дорог. Это преимущество ЕЭС также имеет особо важное значение для Казахстана: переход на электрическую тягу целиком снимает проблему водообеспечения железных дорог, весьма сложную для многих районов республики. К настоящему времени от ОЭС электрифицирован, например, участок Казахской железной дороги Карталы — Тобол — Есиль — Целиноград на основе ЛЭП, которая соединяет Павлодарскую и Кустанайскую энергосистемы; участок железной дороги Караганда — Целиноград на базе ЛЭП, связывающей Карагандинскую энергосистему с Целиноградской, Павлодарской и Кустанайской.

Важнейшим преимуществом ОЭС, которая объединяет теплоэнергетические и гидроэнергетические системы или энергосистемы, состоящие из ТЭС и ГЭС, является максимальное использование гидроэнергетических ресурсов, улучшение режима работы тепловых электростанций и тем самым повышение их к. п. д. и как результат всего этого — повышение экономичности электроснабжения.

В условиях нашей республики характерным примером такой ОЭС является объединение теплоэнергетической системы Северного и Центрального Казахстана и гидроэнергетической системы Восточного Казахстана, необходимое по условиям электроснабжения предприятий района. В Северном и Центральном Казахстане, вблизи источников минерального сырья, бурно развивается тяжелая промышлен-

ность, в связи с этим здесь получает весьма широкое развитие мощная теплоэнергетическая система, базирующаяся на громадных ресурсах энергетических углей этих районов. Гидроэнергетическая система Восточного Казахстана, даже при максимальном использовании местных водноэнергетических ресурсов, не может обеспечить потребности в электроэнергии промышленности района, базирующейся на богатейших сырьевых ресурсах цветных и редких металлов. Кардинальным решением проблемы электроснабжения промышленности и других отраслей народного хозяйства этой части республики в будущем является объединение гидроэнергосистемы востока с теплоэнергосистемами севера и центра, а в дальнейшем — с энергосистемой Западной Сибири.

К наиболее ценным преимуществам ЕЭС следует также отнести возможность установления на новых тепловых электростанциях мощных агрегатов и увеличения единичной мощности станций. На изолированных электростанциях и даже в местных энергосистемах мощность агрегатов в значительной мере лимитируется экономичной мощностью резерва. При создании единой электроэнергетической системы практически снимается ограничение единичной мощности агрегата и мощности тепловых электростанций. Следовательно, ЕЭС позволяет строить сверхмощные тепловые электростанции, являющиеся при прочих равных условиях наиболее экономичными. При единичной мощности агрегатов в 200 *Мвт* предельная по технико-экономическим соображениям мощность одной тепловой электростанции обычно считается в 1200 *Мвт*, а с повышением мощности единичных агрегатов до 500 *Мвт* мощность тепловой электростанции уже возрастает до 4000 *Мвт*.

При наличии единой электроэнергосистемы в Казахстане возможно строить сверхмощные тепловые электростанции, обеспечивающие выработку электроэнергии по себестоимости не выше, чем на мощной ГЭС, непосредственно вблизи крупнейших угольных месторождений (таких, как Тургайский бассейн в Тургайской и Кустанайской областях, Экибастузский и Майкюбенский — в Павлодарской) с огромными запасами весьма дешевых (благодаря открытым разработкам) энергетических углей.

Единая энергетическая система имеет также ряд достоинств, среди которых следует особо выделить то, что она позволяет значительно снизить потребную суммарную мощ-

ность электроэнергетической базы. Это возможно благодаря следующим трем обстоятельствам:

1. Совмещенный максимум ЕЭС заметно меньше суммы максимумов отдельных энергосистем, объединяемых ею.

2. Большая протяженность территории Казахстана в широтном направлении (приблизительно на 41°) дает разницу во времени наступления сумерек в крайних точках республики около 2 часов 45 минут. Несовпадение по времени вечерних максимумов электрической нагрузки в различных районах электропотребления имеет уже существенное значение, что, естественно, приводит к значительному уменьшению общей потребной мощности системы.

3. Заметно снижаются потребности в резервной мощности.

ЕЭС позволяет обеспечить также электроснабжение вновь вводимых в эксплуатацию энергоемких предприятий в случае, когда пуск новых электростанций по каким-то причинам задерживается. Это становится возможным благодаря мобилизации определенной части резервов ЕЭС и регулирования режима и объема потребления электроэнергии других предприятий.

Энергосистемы и их объединения в ЕЭС оказывают решающее влияние на все стороны развития электроэнергетического хозяйства, в особенности на размещение электростанций. ЕЭС, в частности, позволяет разместить электростанции у источников энергетических и водных ресурсов. Такая возможность имеет особое значение для бедных водой северных и центральных районов Казахстана. Так, например, в результате исключительной бедности Карагандинского и Джезказганского районов водными ресурсами может оказаться выгодным развитие Карагандинской энергосистемы и за счет увеличения мощности ТЭС в районе города Балхаш (расположенной у оз. Балхаш) на базе привозных энергетических углей Карагандинского и Куучекинского месторождений. В этом же плане должен быть рассмотрен вопрос выбора местоположения тепловых электростанций на тургайских и экибастузских углях, а именно: строить ли эти станции непосредственно близ угольных месторождений (Тургайского и Экибастузского) при подаче к ним воды или же строить их у источника водоснабжения (Тургайских ГРЭС на р. Ишим или на каналах, транспортирующих сток сибирских рек в Казахстан, а Экибастузские ГРЭС — на р. Иртыш) и возить к ним уголь.

Образование единой электроэнергетической системы

должно быть учтено также и при выборе мощностей гидроэлектростанции. Как уже отмечалось, ОЭС позволяет повысить установленную мощность зарегулированной ГЭС и обеспечивает благоприятные условия для работы ее в пиковой части графика нагрузки. Явное преимущество ЕЭС, к сожалению, не было принято во внимание при проектировании крупнейшей ГЭС республики — Бухтарминской на Иртыше. Это досадное упущение 1960 г. несколько исправлено.

Наличие ЕЭС определяет также мощность и параметры линий электропередачи. В качестве примера можно привести ЛЭП Соколово — Сарбай — Троицк, построенную в габаритах 400 *кв*, которая в первые годы по условиям нагрузки работала на напряжении 220 *кв*.

Создание энергосистем и их последующее объединение в ЕЭС, таким образом, диктуется как закономерностями экономического развития региона, так и технико-экономической целесообразностью и прямой технической необходимостью. При планировании, проектировании и строительстве всех новых энергетических объектов республики необходимо обязательно исходить из того, что все они со временем будут неотъемлемой частью звеньев будущей ЕЭС. Простое объединение отдельных электростанций и энергосистем без учета их последующей совместной работы может не дать возможности использовать все указанные выше и другие технико-экономические преимущества ЕЭС. Поэтому на эту сторону развития электроэнергетической базы Казахстана должно быть постоянно обращено внимание плановых и проектных организаций как Союза, так и республики.

Магистральные ЛЭП электроэнергетической системы

В Казахстане уже происходит формирование ряда объединенных электроэнергетических систем, в частности, таких крупных, как северо-восточная ОЭС. Образование ЕЭС республики должно идти по линии создания локальных энергоузлов и энергосистем и все большего их объединения. Для этой цели, разумеется, потребуются мощные и протяженные линии электрической передачи. Это особенно важно для специфических условий Казахстана, где велик удельный вес необжитых территорий, а источники топливных, водных и водноэнергетических ресурсов территориально довольно сильно разобщены.

Развитие электроэнергетических систем Казахстана и их объединение в ЕЭС республики подробно рассмотрено в

нашей монографии «Основы развития энергетики Казахстана». Здесь же остановимся только на основных ее электромагистралях.

Анализ современных и прогнозных направлений и уровней развития топливно-энергетического баланса и всего энергетического хозяйства республики показывает возможность и целесообразность создания следующих трех электромагистралей, составляющих основу формирования ЕЭС Казахстана:

Экибастуз — Урал;

Север — Юг;

Усть-Каменогорск — Алма-Ата — Джамбул — Чимкент.

Основное назначение первой электромагистрали (на первых этапах) — транспортировка электроэнергии из Экибастуза на Урал. Кроме того, она явится первой очередью электрической связи Центральной Сибири с европейской частью СССР. Эта ЛЭП, таким образом, положит начало образованию Единой электроэнергетической системы всего Советского Союза.

Рассматриваемая электромагистраль позволит реализовать все важнейшие преимущества ЕЭС страны, в частности, такого из них, как использование нагрузочного эффекта. Поясная неодновременность наступления максимумов нагрузки в Сибири и европейской части СССР составляет несколько часов, и, следовательно, указанная ЛЭП позволит уменьшить установленную мощность электростанций общей системы, исчисляемую в этом случае миллионами киловатт.

Данная северная широтная электромагистраль ЕЭС Казахстана будет ее основным стержнем, на базе которого уже развивается объединенная энергосистема северо-востока Казахстана. Ее мощность и параметры постепенно будут расти по мере увеличения нагрузки. В настоящее время она построена в виде одной цепи ЛЭП напряжением 500 *кв* и функции ее в первое время — транспортировка электроэнергии Ермаковской ГРЭС и Экибастузских ГРЭС в пределах республики вплоть до района Кустаная. В дальнейшем эта ЛЭП будет развиваться путем строительства линий более высокого напряжения для передачи электроэнергии на Урал. Она расширится также за счет строительства более мощной цепи ЛЭП Тургай — Центр и, вероятно, будет постоянного тока напряжением 1500 *кв*.

Электромагистраль Север — Юг обеспечивает связь между энергосистемами северо-востока и юга Казахстана и

является одним из важнейших и наивыгоднейших звеньев будущей ЕЭС Казахстана.

Источники топливных и водных энергоресурсов в Казахстане, как указано в главе II, территориально размещены неравномерно. Северные районы Казахстана обладают уникальными месторождениями энергетических углей (93% общих запасов) для строительства ТЭС. Здесь имеется возможность создания мощных теплоэнергетических комплексов, намного перекрывающих собственные потребности района. Восточные и юго-восточные районы республики, наоборот, являются монопольными обладателями гидроэнергоресурсов (более 90%). Как действующие, так и намечаемые к сооружению ГЭС в Алтайской энергосистеме располагают большими возможностями сезонно-годового и многолетнего регулирования стока и представляют собой надежный и дешевый источник пиковой мощности, зона влияния которого может распространиться на значительную часть территории Казахстана. Алма-Атинская энергетическая система по своим потенциальным возможностям схожа с Алтайской. Имеются возможности строительства ГЭС комплексного назначения, в том числе являющихся источником пиковой энергии. Южно-Казахстанская энергетическая система, так же как и Алма-Атинская, собственных топливных баз не имеет, она граничит с Узбекской ССР, где имеются большие запасы природного газа, и тяготеет к энергосистеме, в составе генерирующих мощностей которой значительный удельный вес будут занимать зарегулированные ГЭС.

Объединение северных и южных районов Казахстана линией электропередачи позволит получить экономический эффект за счет передачи основного питательного потока с севера на юг и пикового потока с юга на север, а также за счет реализации других межсистемных эффектов, а именно: снижения установленной мощности ОЭС от несовпадения максимумов графиков нагрузок объединяемых энергосистем, улучшения работы режима отдельных электростанций, сокращения общей мощности резервов и т. д.

Электромагистраль Север — Юг Казахстана будет иметь большое значение и для формирования Единой электроэнергетической системы всей страны. Вероятно, она составит основную цепь присоединения ОЭС Средней Азии к ЕЭС всей страны и ее сооружение станет важнейшим этапом формирования единой высоковольтной сети Советского Союза.

Эта электромагистраль будет иметь маневренный режим работы — обеспечивать транспортировку базисной электроэнергии с севера (Экибастуза) на юг, а пиковой мощности с юга на север, т. е. будет работать в реверсивном режиме.

ЛЭП Север — Юг должна иметь и специфические мощности, характерные для южных районов республики.

В республиках Средней Азии и Южном Казахстане по климатическим условиям в летнее время возникает острая необходимость кондиционирования воздуха в производственных, жилых и общественных помещениях. При широкой постановке этого дела здесь значительно возрастет летний максимум нагрузки, что может сильно изменить структуру суточных и годового графиков нагрузки.

В Средней Азии и Южном Казахстане должно также интенсивно развиваться машинное орошение, являющееся сезонной летней нагрузкой. В электробалансе региона оно может занимать заметный удельный вес.

Указанные летние нагрузки, характерные для южных районов, могут переместить годовой максимум нагрузки из зимнего сезона в летний. В этом случае безусловно будет иметь место сезонный нагрузочный эффект между югом и севером республики, использование его может заметно снизить потребности в генерирующей мощности.

Различные по своему характеру климатические, физико-географические и хозяйственные условия южного и северного Казахстана дают сезонную, суточную и часовую разновременность наступления максимумов нагрузки, что при наличии электромагистралей Север — Юг приведет к снижению общей установленной мощности электростанций энергосистемы. Все эти неоспоримые преимущества электромагистрали Север — Юг подтверждают необходимость ее как важнейшего звена в цепи развития энергетики Казахстана.

На юге и юго-востоке республики может появиться вторая широтная электромагистраль Восток — Юг, трасса которой, вероятно, пройдет через Усть-Каменогорск — Алма-Ату — Джамбул (через г. Фрунзе) — Чимкент — Ташкент. Она сыграет большое значение в формировании ЕЭС Казахстана и образовании межреспубликанских связей и будет основным стержнем ОЭС юго-востока и юга Казахстана. Эта магистраль также соединит ОЭС Средней Азии с ЕЭС Советского Союза.

Перечисленные выше три магистральные ЛЭП составят

каркас ЕЭС Казахстана и, кроме того, они будут важнейшим звеном, объединяющим ОЭС европейской части СССР, Сибири и Средней Азии.

В ходе формирования и дальнейшего развития ЕЭС, разумеется, возникнет еще много других ЛЭП, однако они будут иметь главным образом распределительное значение. Некоторые из них наряду с распределительной ролью станут выполнять также межсистемные структурные и маневренные функции. Они составят основу единой высоковольтной сети Казахстана. Отсюда складываются и их функции.

ЛЭП Караганда — Экибастуз транспортирует электроэнергию Экибастузского энергетического комплекса Карагандинскому бассейну и одновременно явится частью электромагистрали Север — Юг.

Алтайская энергосистема должна иметь мощную связь с Павлодарской энергосистемой, а в дальнейшем — с ОЭС Центральной Сибири. Последняя окажется особенно необходимой, когда возможности дальнейшего развития Экибастузской ГРЭС будут исчерпаны и нужно будет обеспечивать электроснабжение района от ОЭС Сибири.

К концу прогнозируемого периода может встать вопрос о строительстве мощной ЛЭП из Сибири для электроснабжения юго-востока республики. В этом случае линия электропередачи, связывающая с ОЭС Сибири, еще больше оправдает себя.

Системная распределительная сеть в Казахстане в настоящее время состоит в основном из ЛЭП напряжением 110 *кв*, функции таковой постепенно начинают возлагаться на линию электропередачи 220 *кв*. Межсистемные функции несут пока главным образом ЛЭП 500 *кв*. В связи с быстрым ростом потребностей республики в электроэнергии в скором времени ЛЭП 220 *кв* не сможет справляться с распределительной функцией и таковая постепенно перейдет на сеть 500 *кв*. На нее же одновременно будет возлагаться обеспечение межсистемных структурных и маневренных связей на первых этапах развития ОЭС республики. Со временем ЛЭП 750 *кв* и выше станут системообразующими электромагистралями Казахстана и составят основную схему связей более высокого класса напряжения.

Западный Казахстан в отношении электроснабжения находится в несколько особых условиях. В настоящее время нет никаких оснований для постановки вопроса о присоединении в ближайшей перспективе линии электропередачи Уральской, Гурьевской и Мангышлакской областей к

основной высоковольтной ЛЭП республики. Эти области тяготеют к приволжским энергосистемам и будут, вероятно, развиваться как их составной элемент.

Уральский энергоузел в настоящее время имеет надежную связь с Куйбышевской энергосистемой, и таковая в дальнейшем, несомненно, возрастет. Жизнь усиленно выдвигает необходимость объединения Уральска с Гурьевом, и оно должно быть осуществлено в самое ближайшее время. Назревает необходимость в сооружении ЛЭП Гурьев — Астрахань.

Мангышлакский энергоузел в настоящее время развивается изолированно. Такое положение, безусловно, является временным. По современным представлениям первые энергосвязи он получит, вероятно, от энергоузлов Туркменской ССР.

Развитие Актюбинского энергоузла сейчас идет по пути дальнейшего расширения связи с Оренбургской энергосистемой. Такая линия и впредь должна развиваться, и в дальнейшем узел, вероятно, свяжется с Тургайским топливно-энергетическим комплексом. В будущем, на каком-то этапе развития, Актюбинская область, возможно, получит базовую электроэнергию из последнего района.

В настоящее время Актюбинск является одним из крупных промышленных узлов республики. В данном районе за последнее время обнаружены громадные промышленные запасы фосфоритного сырья. Есть все основания предполагать, что здесь появится крупная промышленность по производству фосфорных удобрений. В связи с изложенным целесообразно в районе Актюбинска развивать местную энергетическую базу. В обозримой перспективе, здесь, вероятно, надо будет строить ГРЭС мощностью порядка 1,5—2,0 млн. *квт*.

Такова в общих чертах картина развития ЛЭП Единой энергетической системы Казахстана как важной секции ЕЭС Советского Союза, какой она представляется нам в настоящее время. Графически это изображено на рис. 9. Разумеется, в дальнейшем таковая будет уточняться по мере приближения сроков реализации.

Вероятные направления технического прогресса в транспортировке электроэнергии

Важным направлением технического прогресса в передаче электрической энергии в обозримой перспективе будет прежде всего дальнейшее совершенствование традиционных способов передачи переменным трехфазным током.

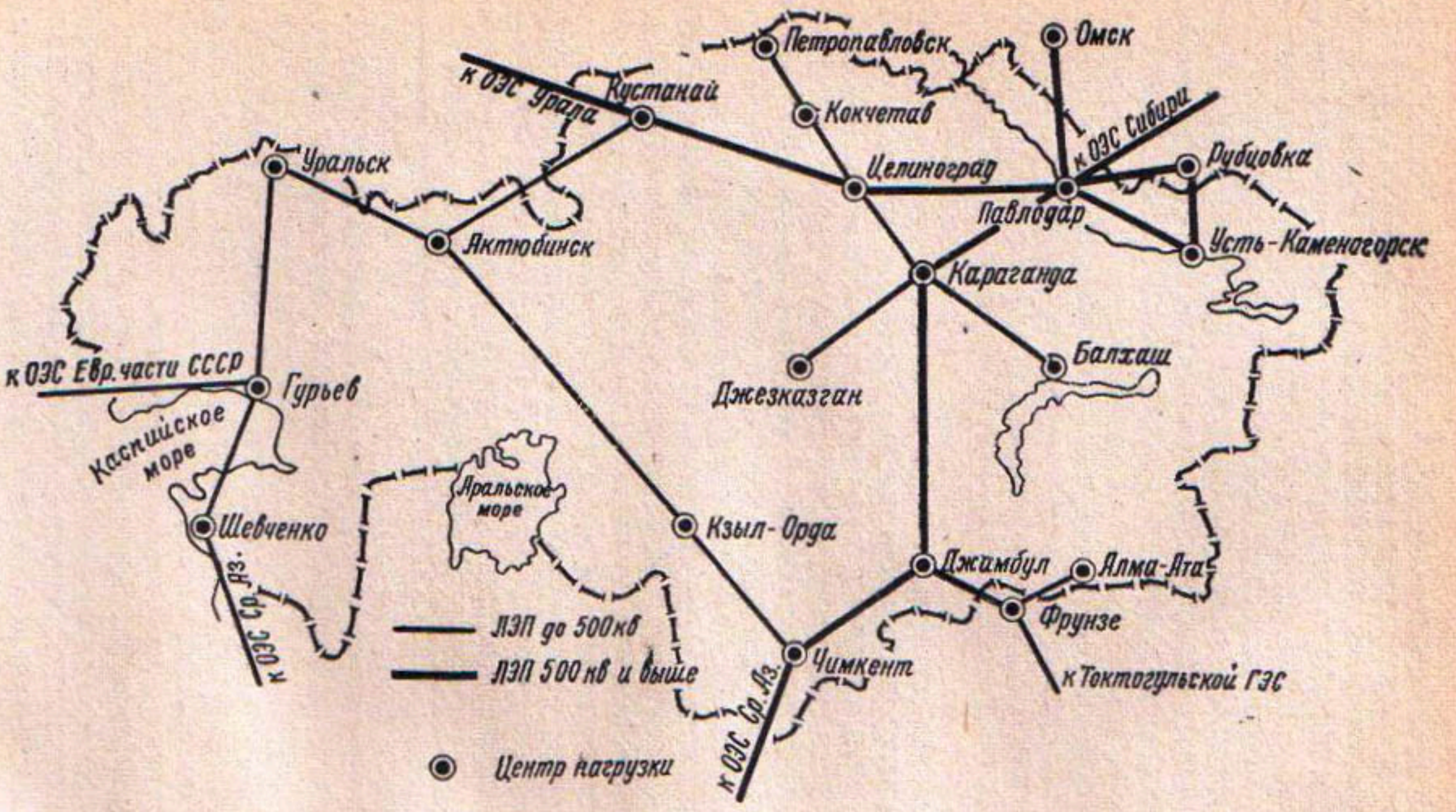


Рис. 9. Схема развития электроэнергетической системы Казахстана.

Одним из легко реализуемых путей повышения пропускной способности ЛЭП является дальнейшее увеличение степени компенсации ее параметров, а именно: более глубокое расщепление проводов в фазе, продольное включение емкости и поперечное — индуктивности. Здесь, однако, есть ряд технических ограничений, поэтому наиболее рациональным методом остается повышение номинального напряжения. Пределом здесь по условиям изоляционной прочности воздуха признается напряжение порядка 1200 *кв*.

В рассматриваемом вопросе большую роль могут сыграть и специальные схемы выполнения ЛЭП переменного тока. Из числа их следует отметить следующие.

Настроенные линии. Сущность такой схемы сводится к включению поперечных и продольных реактивностей с целью доведения ее параметров до полуволны. Эти линии могут быть предназначены для транзитной передачи 2,5—3,5 млн. *квт* на расстояние до 3000 *км*. Основной недостаток — трудности выполнения промежуточных отборов.

Разомкнутые линии. Генератор и потребитель подключены к разным проводам, находящимся на некотором расстоянии друг от друга. Емкость между проводами компенсирует их индуктивное сопротивление. Назначение — транзитная передача электроэнергии на большие расстояния. Недостаток тот же, что и у настроенных линий.

Полуразомкнутая линия. Одним из интересных направлений в области совершенствования ЛЭП переменного тока является регулирование параметров ЛЭП в соответствии с изменением ее режима работы. Если разомкнутую линию снабдить самонастройкой с быстро регулируемым источником реактивной мощности, то получается так называемая полуразомкнутая линия. Достоинством такой линии является то, что при любой нагрузке она может находиться в оптимальном режиме.

ЛЭП в режиме глубокого регулирования напряжения. Для линий электропередачи переменного тока, работающих на резко неравномерном графике нагрузки, может оказаться целесообразным одновременное глубокое регулирование напряжения по концам линии в соответствии с изменением нагрузки. В этом случае параметры ЛЭП можно выбирать не по максимальной величине мощности, что позволит удешевить электропередачу.

Подземные (кабельные) линии с газовой изоляцией. В кабельной линии за счет рационального размещения про-

водников можно существенно уменьшить волновое сопротивление и, применяя газовую изоляцию с повышенным давлением (на основе «элегаза»), добиться весьма высоких допустимых градиентов напряженности электрического поля. В итоге при умеренных габаритах будет достаточно большая пропускная способность подземных линий. Эти линии могут найти применение в качестве глубоких вводов в больших городах, поскольку они не требуют отчуждения территории и не мешают городской застройке.

Следует отметить, что все описанные схемы передачи находятся пока на различных стадиях научного исследования и требуют еще значительной доработки, проектирования и промышленного освоения.

Для создания сверхмощных и сверхдальних линий электропередачи наиболее эффективной на сегодня представляется передача электроэнергии по воздушным линиям постоянного тока сверхвысокого напряжения, а в перспективе — создание кабельных криогенных линий и передача энергии на сверхвысоких частотах по волноводам.

Линии постоянного тока. Основным достоинством их является возможность несинхронной параллельной работы энергосистем, относительно высокая пропускная способность, удешевление собственно линий по сравнению с трехфазной ЛЭП переменного тока (два провода вместо трех и соответствующее уменьшение габаритов опор). Можно считать, что освоение ЛЭП постоянного тока напряжением ± 750 и далее ± 1250 *кв* создаст условия для передачи больших количеств электроэнергии на сверхдальние расстояния (из Сибири и Казахстана в европейскую часть СССР).

Глубокоохлаждаемая проводная передача. В традиционных способах передачи энергии при обычной температуре окружающей среды приходится идти на относительно низкую плотность тока в проводах, что диктуется как экономическими, так и техническими соображениями. Поэтому единственным радикальным методом повышения пропускной способности линии являлось до последнего времени увеличение номинального напряжения.

Глубокое охлаждение проводниковых материалов позволяет резко повысить плотность тока, а значит, открывает новые большие возможности для повышения пропускной способности электропередачи. Таким образом, использование криогенных линий, в которых активное сопротивление проводников равно или почти равно нулю, и сверхпроводящих магнитных систем может привести к радикальным из-

менениям традиционных схем передачи и распределения электроэнергии. Пропускная способность таких линий может достигнуть 5—6 млн. *квт*.

Передача электроэнергии на сверхвысокой частоте по волноводам. При сверхвысоких частотах и определенных условиях выполнения волновода (металлической трубы) можно добиться относительно малого затухания, а значит, осуществить передачу мощных электромагнитных волн на большие расстояния. Естественно, что и на передающем и на приемном конце линии должны быть установлены преобразователи тока промышленной частоты на сверхвысокую и наоборот.

Прогнозная оценка технических и стоимостных показателей высокочастотных волноводов позволяет надеяться на целесообразность их применения в обозримом будущем для энерготрасс большой мощности (до 10 млн. *квт*) протяженностью до 1000 *км*.

Таковы основные направления технического прогресса в области передачи электрической энергии. Успешное решение их помогло бы быстрее осуществить задачу создания ЕЭС страны и удовлетворения потребностей в электроэнергии всех отраслей народного хозяйства.

Надежность линий электропередачи в эксплуатации

Одним из важнейших вопросов обеспечения централизации распределения электроэнергии является создание надежных линий электропередачи в эксплуатации. Эта сторона ЛЭП в основном зависит от метеорологических условий в зоне их прохождения.

Для расчетов ЛЭП в настоящее время используются нормативные величины скоростей ветра и толщины гололеда, выбираемые с той или иной вероятностью в зависимости от напряжения линии. При этом точность принимаемых решений существенно зависит от достоверности информации о характеристиках режимов буревых скоростей ветра, интенсивных гололедно-изморозевых явлений и других метеорологических факторов. Этим предопределяется актуальность задач, связанных с исследованием метеорологических условий в зонах прохождения трасс ЛЭП. В Казахстане такие исследования начали развиваться сравнительно недавно. Следует отметить, что причиной некоторых крупных аварий в республике явилась недостаточная изученность режимов метеорологических факторов в отдельных зонах (аварии от интенсивных гололедных нагрузок в районе Аркалыка в 1965,

1972 гг., массовые повреждения опор и проводов от гололедно-ветровых нагрузок в районе Караганды в 1970 г. и др.).

В 1955—1960 гг. ВНИИЭ и ГГО было осуществлено мелкомасштабное районирование всей территории СССР по ветру и гололеду. Составленные карты базируются на данных ограниченного числа метеостанций и дают представление об основных контурах расчетных районов. Естественно, что при этом микроклиматические особенности отдельных зон, в том числе и территория Казахстана, не могли быть охвачены с достаточной полнотой. Кроме того, после составления общесоюзных карт районирования на метеостанциях накоплен значительный объем дополнительных статистических данных наблюдений за метеорологическими элементами, который необходимо использовать для уточнения режимов климатических факторов. Поэтому в настоящее время продолжаются работы по составлению региональных карт районирования для отдельных зон страны.

Подобные работы на территории Казахстана проводятся уже ряд лет в КазНИИ энергетики. Составленные сотрудниками этого института (Р. М. Бекметьевым, К. М. Мирзакеевым и др.) карты районирования по ветру и гололеду основываются на многолетних статистических данных наблюдений за метеорологическими элементами на длительные периоды времени и охватывают все метеостанции Казахстана и прилегающих территорий других республик. При этом максимально использован опыт проектирования и эксплуатации ЛЭП, а также данные специальных экспедиционных обследований и аварий. Проведенные исследования позволили значительно уточнить существующие представления о режимах ветра и гололеда в различных районах Казахстана.

Районирование территории проведено по величине приведенной стенки (толщины) гололеда и скорости ветра с повторяемостью один раз в 10 лет. Полученные результаты показывают, что территория Казахстана характеризуется значительным разнообразием условий работы ЛЭП. На картах районирования выделены II, III, IV и особый районы по гололеду (рис. 10) и II, III, IV, V, VI и VII районы по ветру.

Ко второму району (со средней толщиной гололеда 10 *мм*) относятся Прикаспийская низменность, северная и северо-восточная часть Туранской низменности, пустыня Муюнкум, Южное Прибалхашье с Балхаш-Алакульской впадиной и Илийской долиной. Сюда же относятся Зайсан-

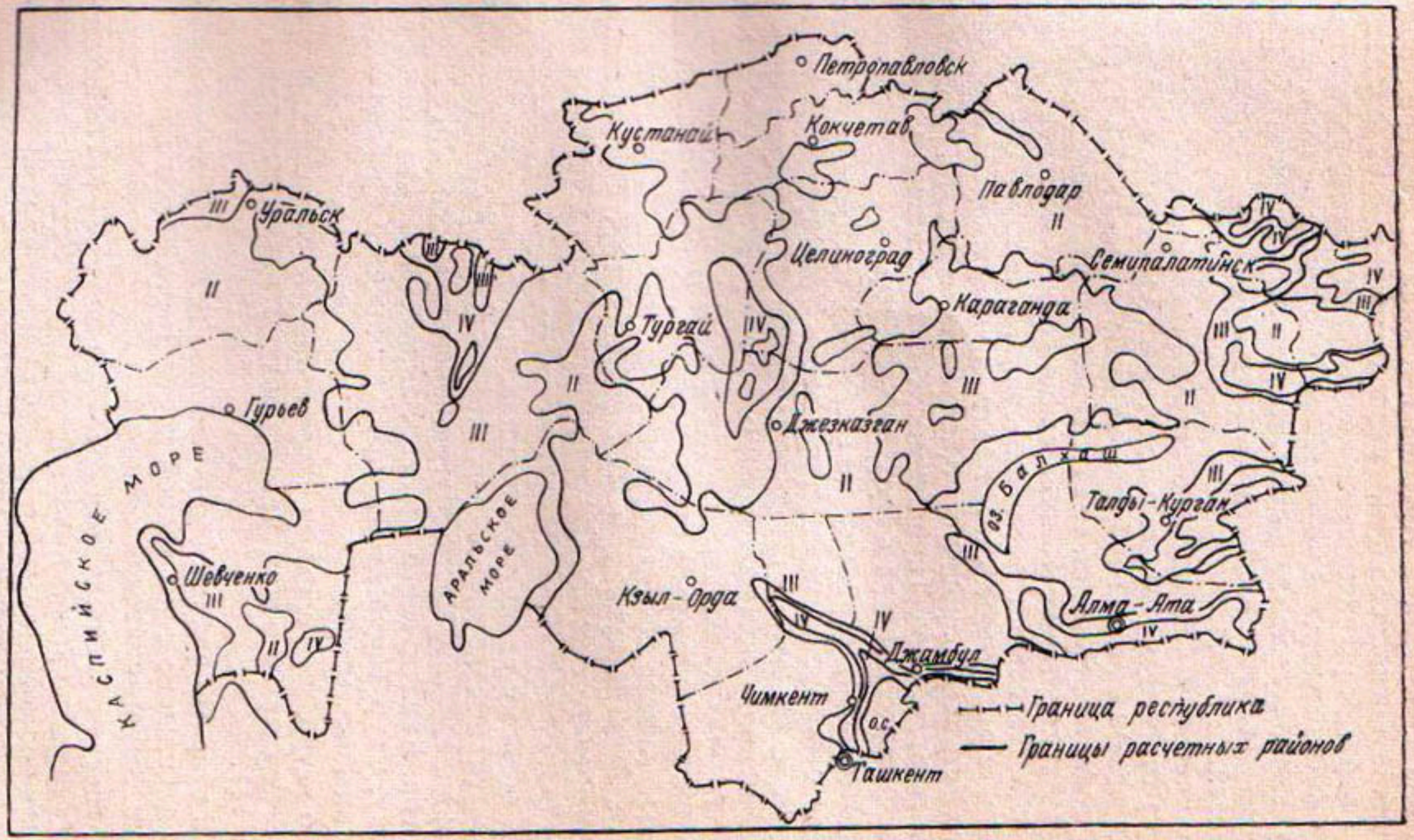


Рис. 10. Карта районирования по нормативной толщине стенки гололеда с повторяемостью один раз в 10 лет.

ская впадина, долина Иртыша и южная часть территории Семипалатинской области, расположенная между западными отрогами Калбинского хребта и Чингистаускими горными массивами Казахского мелкосопочника, плато Бетпакдала, южная часть Западно-Сибирской низменности и равнинные территории Целиноградской и Тургайской областей.

К третьему району (со средней толщиной гололеда 15 *мм*) относятся значительная часть Кустанайской области и прилегающая к ней территория Целиноградской и Тургайской областей, включая ее отдельные возвышенности. В этот район входят также Кокчетавские горные массивы, Центральный Казахский мелкосопочник, Улытауский горный массив, Урало-Эмбенское плато, полуостров Мангышлак, плато Усть-Юрт, предгорья Каратауского хребта, Джунгарского Алатау, Саур-Тарбагатайского, Калбинского хребтов, Казахстанского Алтая и Чу-Илийских гор.

К четвертому району (со средней толщиной гололеда 20 *мм*) относятся высокогорная часть Улытауского горного массива с прилегающей к нему зоной в северо-западном направлении, средневысокогорные части Центрального Казахского мелкосопочника, территории, примыкающие к Мугоджарам и южным отрогам Урала. К этому району отнесены также средневысокогорные части Каратауского хребта, Мангистауских и Чу-Илийских гор, Заилийского, Джунгарского Алатау, Саур-Тарбагатайского, Калбинского хребтов и Казахстанского Алтая.

К особому району (с толщиной гололеда свыше 20 *мм*) относятся высокогорные территории Каркаралинских гор, Кзылрая, Улытау, Урало-Мугоджарского массива, Чу-Илийских гор, Каратауского хребта, Заилийского, Джунгарского Алатау, Саур-Тарбагатайского, Калбинского хребтов и Казахстанского Алтая.

По ветровым условиям территория республики характеризуется еще большим разнообразием расчетных районов (рис. 11).

Ко второму району (со скоростью ветра 25 *м/сек*) отнесены небольшие зоны южной части Тургайского прогиба и запада Карагандинской области.

К третьему району (со скоростью ветра 29 *м/сек*) относятся Прикаспийская низменность, плато Усть-Юрт, значительная часть Уральской области, южная окраина Западно-Сибирской низменности, пустыни Бетпакдала, Муюнкум,

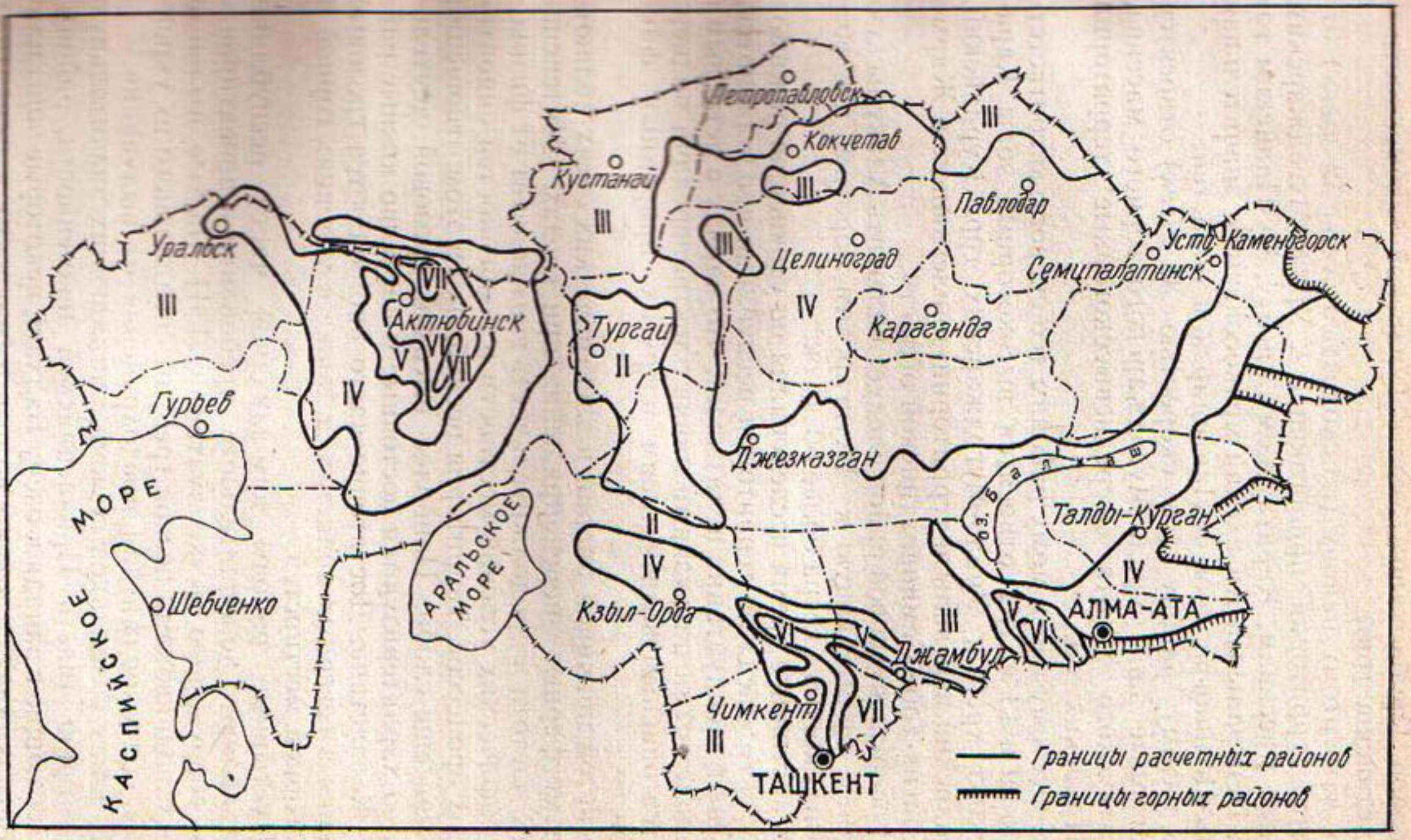


Рис. 11. Карта районирования по нормативным скоростям ветра с повторяемостью один раз в 10 лет.

Северное Прибалхашье, часть Туранской низменности и Кокчетавские горы.

К четвертому району (со скоростью ветра 32 *м/сек*) относятся территории, прилегающие к Урало-Мугоджарским горным массивам, Каратаускому хребту, Чу-Илийским горам, Центральный Казахский мелкосопочник, значительная часть Целиноградской и Павлодарской областей.

К пятому району (со скоростью 36 *м/сек*) относятся предгорные зоны Урало-Мугоджарского горного массива, Каратауского хребта и средневысокогорные территории Чу-Илийских гор.

К шестому и седьмому районам (со скоростью соответственно 39 и 43 *м/сек*) относятся высокогорные зоны Каратауского хребта, Урало-Мугоджарских гор, Курдайский, Чокпарский перевалы и территории, прилегающие к Жарме и Жангиз-Тобе Семипалатинской области.

В особый ветровой район следует включить Алакульскую впадину, прилегающую к Джунгарским воротам, где возможны скорости ветра более 50 *м/сек*.

В настоящее время исследования по уточнению режимов ветра и гололеда по территории республики продолжаются.

Опыт эксплуатации показывает, что наряду с ветровыми и гололедными нагрузками линии электропередачи подвергаются опасным воздействиям и других природных факторов.

Частой причиной аварий в электрических сетях являются атмосферные перенапряжения при грозах. Интенсивность, частота и продолжительность гроз зависят от физико-географических условий местности и особенностей синоптических процессов. Территория республики в этом отношении изучена еще слабо. Наиболее высокой грозовой деятельностью характеризуются восточные и частично южные районы Казахстана. Достаточно часто наблюдаются грозовые явления в северных областях, а также в условиях горной и предгорной местностей.

Пустынные районы юго-западной части республики предъявляют дополнительные требования к проектированию, сооружению и эксплуатации ЛЭП. Частые пыльные бури и подвижность песков требуют специального их укрепления под опорами для предохранения от выдувания.

В зонах солончаковых почв, занимающих значительную территорию (часть Прикаспийской низменности, районы, прилегающие с запада к озеру Балхаш, некоторые зоны плато Бетпакдала), а также вблизи химических и цементных

заводов наблюдается интенсивное загрязнение изоляторов. При неблагоприятных погодных условиях происходит увлажнение загрязненных изоляторов и ослабление их электрической прочности. В ряде случаев это приводит к отключениям линий.

Весьма сложными являются условия эксплуатации ЛЭП в горных районах юга, юго-востока и востока республики. Линии, проходящие по долинам, подвергаются воздействиям снежных лавин, камнепадов и селевых потоков. Следует считаться также с возможностью размыва грунта под опорами в периоды паводков горных рек. Строительство и эксплуатация ЛЭП в горных условиях значительно осложняются труднодоступностью трасс, бездорожьем, большим разнообразием типов опор, фундаментов и ограниченными возможностями механизации строительно-монтажных работ. В целом климатические условия работы ЛЭП в горных районах изучены слабо, и принимаемые расчетные нагрузки имеют весьма приближенный характер.

В ряде районов Центрального и Северного Казахстана наблюдается пляска проводов линии электропередачи, приводящая зачастую к длительным отключениям и повреждениям элементов ЛЭП. Достаточно эффективные и дешевые меры борьбы с этим явлением еще не разработаны.

Приведенная краткая характеристика метеорологических и природных условий республики показывает, что перед научными и проектными организациями стоят серьезные задачи как в отношении дальнейшего изучения этих условий в различных физико-географических зонах, так и в направлении исследования воздействия их на элементы ЛЭП.

Природно-географические условия республики, естественно, окажут соответствующее влияние на проектные параметры, эксплуатационный режим работы линий электропередачи и, разумеется, должны быть учтены при решении не только принципиальных вопросов, связанных с техническим прогрессом транспортировки электроэнергии по ЛЭП, но и при конкретном проектировании и эксплуатации.

ГЛАВА VI

НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

ХАРАКТЕР И ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Водное хозяйство — сложная по структуре и весьма динамичная в своем развитии сфера хозяйственной и культурной деятельности человека. Оно включает большую группу отраслей народного хозяйства, занимающихся изучением, учетом, регулированием, распределением и использованием, а также охраной водных ресурсов (как поверхностных, так и подземных).

Такие отрасли водного хозяйства, как орошение, водный транспорт, водоснабжение и некоторые другие, зародились еще многие тысячелетия тому назад, преимущественно на базе использования водных источников в их естественном режиме, с применением ручного труда и простейших средств строительства. По мере технического прогресса получили качественный скачок не только ранее сложившиеся отрасли водного хозяйства, в виде более совершенных и сложных в техническом отношении воднотранспортных соединений, крупных водохранилищ, ирригационных и водоснабженческих систем и других гидротехнических сооружений, но и созданы новые его отрасли: гидроэнергетика, водное благоустройство и др.

В последнее время в водном хозяйстве определились дополнительные задачи, связанные со строительством и эксплуатацией мощных каскадов многоцелевых гидроузлов со сложными схемами регулирования речного стока (Ангаро-Енисейский, Волжский и др.), территориальным перераспределением больших объемов воды, формированием крупных региональных водохозяйственных систем и их объединением. В перспективе водное хозяйство, несомненно, получит дальнейшее свое развитие (вплоть до создания межгосударственных водных связей).

Сложность решения проблем развития водного хозяйства обусловливается не только общей ограниченностью водных ресурсов в отдельных странах и районах и неравномерностью их распределения по территории и во времени, но и наличием режимных противоречий между отдельными компонентами водохозяйственных комплексов. Таковы, например, противоречия между водным транспортом, требующим больших попусков воды в навигационный период, и гидроэнергетикой, для которой наибольшие расходы ее необходимы в зимний период. Аналогичны противоречия между ирригацией и гидроэнергетикой.

Несмотря на повсеместное широкое развитие водного хозяйства, а также большие успехи, достигнутые в строительстве крупных плотин, уникальных водных магистралей, мощных ГЭС и высокопроизводительных насосных станций, способных буквально осушать реки, наши познания сложных по своей природе глобальных гидрометеорологических процессов, от которых непосредственно зависят формирование и режим речного стока, все еще остаются далеко недостаточными. Слабо изученными являются, в частности, такие коренные вопросы, как воздействие энергии солнечных лучей на моря и океаны и превращение их вод в парообразное состояние, закономерности перемещения атмосферной влаги над земной поверхностью, процессы конденсации водяных паров воздуха и выпадения осадков и ряд других. Этим в значительной мере объясняется то положение, что до последнего времени не установлены причины и закономерности образования циклов в многолетнем ходе речного стока (в виде группировок маловодных и многоводных лет разной продолжительности), а также его асинхронности по территории. По указанным причинам исключена возможность сколько-либо надежного долгосрочного прогнозирования режима стока в целях более полного и рационального его использования (до последнего времени применяются принципиально менее совершенные методы оценки предстоящего хода стока: путем распространения на будущий период данных наблюдений за прошлые годы, или в вероятностной форме).

Вода — важнейший и неотъемлемый фактор жизнедеятельности общества и первостепенный элемент развития производительных сил. Она не имеет заменителей.

На всех исторических этапах развития общества вода играла и играет решающую роль в его повседневной хозяйственной деятельности.

Особенно велико значение воды в странах с засушливым климатом, где она является такой же основой земледелия, как и сама земля. Ведь не случайны туркменская пословица «Родит вода, а не земля», мудрое изречение таджикского народа «Пока корень в воде, есть надежда на плод» или казахского народа «Где вода, там и жизнь».

У разных народов мира имеется много аналогичных высказываний о роли и значении воды. Все они являются объективным отражением многовекового опыта и чаяний человека.

В современную эпоху, когда буквально во всех странах мира широкое развитие получает промышленное производство, вода приобретает еще большее значение. Ведь она непременный участник почти всех технологических процессов. Если нет воды, то сплошь и рядом приходится отказываться от промышленного освоения богатых месторождений минерально-сырьевых ресурсов, от наиболее желательного размещения промышленных объектов. Темпы развития производительных сил, дислокация водоемких предприятий, их мощность и т. д.— все это в большой степени определяется тем, есть ли в данном географическом районе доступные ресурсы пресных вод. В некоторых случаях при этом приходится прибегать к устройству дорогостоящих водоводов для переброски воды из одного речного бассейна в другой, не говоря уже о работах по более интенсивному использованию стока местной гидрографической сети (путем реконструкции действующих водохранилищ), бурения скважин для извлечения подземных вод и т. д.

Все отрасли водного хозяйства, в зависимости от характера использования водных ресурсов, можно подразделить на следующие **три группы:**

1. **Водопотребители,** использующие воду как вещество. Частичный возврат ее в реки или другие источники водозабора происходит обычно со значительными качественными изменениями: биологическими, химическими, тепловыми. К данной группе отраслей водного хозяйства относятся все виды водоснабжения, ирригация, обводнение территорий и т. д.

2. **Водопользователи,** использующие воду как среду или массу. Они не вызывают, как правило, изменений качества и существенных потерь воды. К ним относятся гидроэнергетика, водный транспорт, лесосплав, рыбное хозяйство и некоторые другие отрасли хозяйства.

3. **Водное благоустройство,** заключающееся в упорядоче-

нии водного режима территорий и водных объектов (рек, озер, прудов в рекреационных целях). К данной группе могут быть отнесены также борьба с наводнениями, осушительные мелиорации, очистка сточных вод, оздоровление рек и т. п.

От уровня водообеспечения, по существу, зависят не только само развитие общества, его культура, но и научно-технический прогресс во всех отраслях народного хозяйства. В свою очередь, уровень обеспечения водой определяется, естественно, тем, какими водными ресурсами располагает человек в том или ином географическом районе.

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ИХ КОМПОНЕНТЫ

Основными компонентами водохозяйственных комплексов являются: ирригация (орошение), гидроэнергетика, водный транспорт, водоснабжение, рыбное хозяйство, лесосплав, обводнение или осушение территорий и некоторые другие отрасли водного хозяйства.

Экономически наиболее целесообразное использование водных ресурсов может быть достигнуто лишь при комплексном решении водохозяйственных проблем, основанном на принципах социалистического планирования.

Комплексный подход к использованию водных ресурсов позволяет оптимальным образом согласовать режимные противоречия, обычно имеющие место между отдельными отраслями водного хозяйства, например, между гидроэнергетикой и орошением, исходя из критерия минимума расчетных затрат, необходимых для производства заданных объемов продукции по комплексу в целом.

Одним из главных путей улучшения комплексного использования водных ресурсов является внедрение новых (прогрессивных) методов проектирования, планирования и управления водным хозяйством, на основе системного подхода.

Системный подход позволяет наиболее полно учесть все внутренние и внешние связи, правильно оценить необходимые затраты, а также эффективность развивающегося водохозяйственного комплекса в целом и его отдельных компонентов. Он обеспечивает, кроме того, принципиальную возможность получения оптимальных решений по этапам осуществления схем использования как отдельных речных бассейнов, так и крупных водохозяйственных регионов в

сложных условиях указанных выше связей, неравномерности распределения во времени и по территории водных ресурсов и т. д. Оптимизация развития водного хозяйства при этом должна выполняться на базе широкого применения методов экономико-математического моделирования системного анализа и других средств. Необходимо, однако, иметь в виду не только очень большую сложность структуры комплексных водохозяйственных систем, но и вероятностный характер значительной части исходной информации (речной сток, климатические элементы, прогнозные данные по развитию отраслей народного хозяйства и др.), количественная оценка которых возможна в виде кривых распределения, либо в вариантной форме. Это обусловливает известные трудности при практической реализации задач, связанных с оптимизацией комплексных схем использования водных ресурсов.

Ниже в кратком виде дается характеристика некоторых наиболее важных компонентов водохозяйственных комплексов в отношении их хозяйственного значения, особенностей режимов водопотребления (или водоиспользования), а также направлений технического прогресса.

Орошение — основной и наиболее водоемкий компонент водного хозяйства. Включает систему мероприятий по искусственному увлажнению почвы и приземного воздушного слоя, обеспечивающих оптимальный режим произрастания сельскохозяйственных культур и высокую, причем устойчивую их урожайность, независимо от количества выпадающих атмосферных осадков. Особенно широко орошение применяется в южных засушливых районах, отличающихся систематическим недостатком осадков (пустыни, сухие степи). Однако орошение получило довольно значительное развитие и в районах неустойчивого естественного увлажнения, где в период вегетации растений в отдельные годы осадков выпадает крайне незначительное количество.

Орошение подразделяется на правильное, или регулярное (с многократными поливами в течение периода вегетации растений), и нерегулярное (лиманное, с одноразовым поливом преимущественно сенокосных угодий).

Для ирригации, в отличие от гидроэнергетики и некоторых других компонентов водохозяйственного комплекса, использующих воду на протяжении всего года, характерен резко выраженный сезонный режим водопотребления, практически совпадающий с периодом вегетации сельскохозяйственных культур.

Из имеющихся в нашей стране 140 млн. *га* площадей, пригодных для поливного земледелия, в настоящее время орошается около 11 млн. *га* (преимущественно в Средней Азии, Казахстане и других южных районах СССР). На II этапе, согласно прогнозным данным, предполагается увеличение площади орошаемых земель примерно до 20 млн. *га*. В дальнейшем орошение в СССР будет развиваться в еще более крупных масштабах, в особенности после осуществления переброски стока северных рек европейской территории СССР, а также рек Западной Сибири в южном направлении.

Главными направлениями технического прогресса в области ирригации являются:

1. Повышение общего уровня использования водных ресурсов рек путем регулирования их стока водохранилищами в целях максимального развития поливного земледелия (с учетом интересов и режимных требований всех отраслей народного хозяйства).

2. Инженерное переустройство несовершенных в техническом отношении ирригационных систем с низким коэффициентом полезного действия, что позволит значительно увеличить оросительную способность наличных водных ресурсов. Широкое внедрение при этом должны получить высокоэффективные методы борьбы с потерями воды в каналах (различные противофильтрационные меры, применение железобетонных лотков и т. д.).

3. Внедрение новых способов полива сельскохозяйственных культур (дождевание, подпочвенное орошение и др.). Площадь орошения земель дождеванием в нашей стране составляет в настоящее время около 1,7 млн. *га*, причем наибольшего распространения этот метод полива получил в Молдавии (88%) и на Украине (82% от общей орошаемой площади). Большого внимания заслуживает предложенный в последнее время в США капельный метод полива (в особенности при орошении песчаных почв), который дает большую экономию воды по сравнению даже с таким совершенным способом, каким является дождевание (до 25—75%). Однако капельный способ полива не вышел еще из стадии поисковых исследований и пока не получил сколько-нибудь существенного практического распространения.

4. Предотвращение вторичного засоления орошаемых земель, а также заболачивания.

5. Создание автоматизированных оросительных систем, обеспечивающих высокую технику полива, а также оптимальную влажность почвы в корнеобитаемом ее слое.

Гидроэнергетика — один из непременных и во многих случаях ведущий компонент водохозяйственного комплекса.

Гидроэнергетические ресурсы рек, как и сам речной сток, в отличие от теплоэнергетических ресурсов (угля, газа и др.) непрерывно возобновляются. Их использование на гидроэлектростанциях характеризуется предельно высокой степенью чистоты процесса генерирования электроэнергии (без сжигания кислорода и загрязнения воздуха, как это имеет место на тепловых электростанциях). Этим, наряду с другими достоинствами гидроэнергии, в значительной мере определяется ее роль как одного из основных видов энергетических ресурсов не только в настоящее время, но и в перспективе.

Наиболее характерными чертами гидроэнергетики, влияющими на темпы и направление ее развития, являются: низкая себестоимость вырабатываемой на ГЭС энергии (по СССР, например, до 5 раз дешевле, чем на ТЭС); высокая маневренность гидростанций, позволяющая быстро и без потерь энергии изменять их рабочую мощность; резкое снижение аварийности (в три раза) и затрат труда при эксплуатации ГРЭС (в десять раз) по сравнению с тепловыми электростанциями (с учетом издержек на добычу и транспорт топлива). В то же время при строительстве ГЭС требуются более высокие удельные капиталовложения (на 1 *квт* установленной мощности или 1 *квт·ч* годовой выработки электроэнергии), которые значительно превышают соответствующие показатели для тепловых станций.

В современных условиях гидроэлектростанциями СССР используется около 1500 $км^3$ воды в год, что составляет примерно 32% среднемноголетнего стока рек нашей страны (4700 $км^3$). В генеральной перспективе предполагается удвоение используемого ГЭС объема стока.

На орошение земель суммарное безвозвратное потребление воды в настоящее время достигает примерно 135 $км^3/год$, т. е. лишь около 3% от стока всех рек СССР.

Гидроэнергетике, как отрасли водного хозяйства, принадлежит пионерная роль в строительстве крупных и дорогостоящих гидротехнических сооружений (гидроузлов, водохранилищ, судоходных шлюзов и др.), что в большой степени стимулирует развитие других отраслей водного хозяйства. Гидротехнические сооружения ГЭС обычно строятся с учетом потребностей ирригации, водного транспорта и других отраслей водного хозяйства. Так, в республиках

Средней Азии, Казахстане, Азербайджане, Поволжье, на Дону, Украине и в Молдавии они обеспечивают возможность орошения земель на площади более 10 млн. *га* и обводнения около 17 млн. *га*. Гидроэнергоузлы на Днепре, Волге, Каме, Ангаре, Енисее и других реках позволили превратить их в глубоководные транспортные артерии, длина которых в настоящее время превышает 5 тыс. *км*. Создана единая глубоководная система водных путей европейской части СССР. Водохранилища при ГЭС защищают большие территории от губительных наводнений, поскольку около 70% стока рек нашей страны проходит в короткий период весеннего половодья.

При строительстве гидроузлов многоцелевого назначения гидроэнергетика в большинстве случаев выполняет роль ведущего компонента водохозяйственного комплекса. Это объясняется тем, что освоение основных производственных фондов ГЭС обычно происходит значительно быстрее, чем в ирригации, водном транспорте и других отраслях водного хозяйства, для которых требуется строительство еще ряда сооружений и выполнение подготовительных мероприятий. Например, для орошения необходима постройка магистральных и разводящих каналов, подготовка площадей орошения, благоустройство быта освоителей и т. д., для речного транспорта — обеспечение благоустроенного водного пути с достаточными глубинами на всем его протяжении.

Водный транспорт — важный компонент водохозяйственных систем, в которых реки, водохранилища и крупные каналы используются в судоходных целях для грузовых и пассажирских перевозок.

Речной транспорт в нашей стране получил очень большое развитие: более чем в 2 раза увеличилась протяженность водных путей, построены такие крупные судоходные каналы, как Беломорско-Балтийский, им. Москвы, Волго-Донской, произведена коренная реконструкция флота, а также портового хозяйства. Значительные работы выполнены по улучшению судоходной обстановки (дноуглубление), а также по увеличению объема смешанных перевозок по схеме «река — море» на новых типах судов. В перспективе намечается дальнейшее развитие водного транспорта на многих внутренних водных путях в бассейнах Волги, Днепра, Оби, Енисея и др.

Речной транспорт на реках СССР является сезонным водопользователем, требующим, как правило, значительных

судоходных попусков из водохранилищ в течение безледоставного периода года (в целях обеспечения нормированных глубин воды на водных путях). Такое требование, как отмечалось выше, находится в существенном противоречии с режимом работы ГЭС и, кроме того, сокращает возможность отбора воды для других отраслей водного хозяйства (например, орошения и водоснабжения). Поэтому одной из главных задач в области технического прогресса в речном транспорте является максимальное сокращение расходов воды путем шлюзования рек, строительства водохранилищ, дноуглубления, широкого применения новых судов с малой осадкой и некоторых других мер.

ОХРАНА, ОЧИСТКА И ОПРЕСНЕНИЕ ВОД

Вопросам охраны водных ресурсов от загрязнения и истощения в последнее время уделяется большое внимание. Во многих странах мира объем водопотребления почти достиг возможного в существующих условиях предела использования наличных пресных вод. Такое положение ожидается в ближайшем будущем, например, в ряде районов США, где начиная с 1900 г. объем водопотребления (водозабор) удваивался в среднем за каждые 25 лет. Дальнейший рост потребностей в воде в дефицитных по водным ресурсам странах и районах может удовлетворяться только за счет применения дорогостоящих длинных и сложных водоводов, создания новых и реконструкции существующих водохранилищ, увеличения степени использования грунтовых вод, опреснения минерализованных вод озер и морей и т. д. (при одновременном сокращении норм расходования свежей воды).

Загрязнение водных ресурсов чрезвычайно усложняет и удорожает задачи водообеспечения, по существу, всех отраслей народного хозяйства, пагубно влияет на здоровье населения, подрывает основы рыбного хозяйства, ухудшает качество продукции.

Загрязнения поступают в водные объекты из промышленной и коммунальной канализации, залповыми сбросами при аварийной очистке сооружений, при разработке нефтяных и других месторождений, в результате смыва ливневыми, талыми и поливочными водами нечистот с городских и промышленных территорий, а также ядохимикатов и минеральных удобрений с сельскохозяйственных земель и т. д.

В течение длительного времени главную роль в очистке водотоков от загрязнений играли естественные процессы самоочищения воды. В настоящее время в связи с быстрым увеличением объемов сбрасываемых загрязнений по большинству рек обжитых территорий чистота воды за счет лишь только процесса ее самоочищения уже не обеспечивается. Реки, перегруженные сбросами загрязненных отработанных вод, теряют способность к самоочищению и превращаются зачастую в сточные каналы.

Борьба с загрязнением водных объектов — важнейшая задача предприятий и организаций всех отраслей народного хозяйства. Их обязанностью является разработка и широкое внедрение технологических процессов, исключающих или максимально уменьшающих содержание загрязнений в сточных водах.

Техническая политика в водном хозяйстве СССР основывается прежде всего на рациональном использовании водных ресурсов, предполагающим, в частности, внедрение новой (менее водоемкой) технологии производства, ориентированной не только на сокращение объема потребления свежей воды, но и на резкое уменьшение расхода отводимых вод, загрязняющих естественные водные источники. В промышленном производстве, например, такой новой технологией является применение замкнутых оборотных циклов, требующих сравнительно небольших объемов свежей воды и практически полностью исключающих сбросы неочищенных вод.

В условиях капиталистических стран, где главным стимулом производства является прибыль, вопросам охраны природных ресурсов, в частности естественных источников пресной воды, не уделяется столь большого внимания, как в нашей стране. В США, например, специалисты полагают, что широкое распространение очистки загрязненных сбросных вод и повторное их использование возможно лишь тогда, когда стоимость очистки будет ниже стоимости привлечения свежей воды из естественных ее источников.

Общим критерием использования отработанных вод в случаях отсутствия замкнутых технологических циклов является требование совершенной их физико-химической очистки. При этом часть такой очищенной воды, не используемой повторно в промышленности, а также очищенные коммунально-бытовые сточные воды обязательно должны подвергаться дополнительной очистке, в том числе биологической, если они сбрасываются в источники санитарно-

бытового использования. Если же предварительно очищенные сточные воды сбрасываются в водоемы питьевого или рыбохозяйственного назначения, то они подлежат еще и специальной доочистке (с применением фильтров, пенной флотации, абсорбции и других способов).

Что касается сточных вод сельских населенных пунктов, то они, как правило, подлежат отведению на специально подготовленные поля орошения.

При соблюдении указанных выше требований кратность разбавления сточных вод составляет в среднем около 3—4. Если исходить из этой цифры, то необходимый объем свежей воды для разбавления очищенных стоков (до их сброса в реки) по СССР в целом составит для ближайших лет около 180 *км*^{3}*/год*, а в более отдаленной перспективе (условно 2000 г.) — порядка 400 *км*^{3}*/год* (в основном в межень).

В 1972 г. принято постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об усилении охраны и улучшении использования природных ресурсов». Им, в частности, предусмотрены такие кардинальные мероприятия, как обеспечение полного прекращения сброса в водоемы неочищенных или недостаточно очищенных и обезвреженных сточных вод, в первую очередь в бассейны рек, где наблюдается большая загрязненность вод или ожидается напряженность водного баланса; широкое разведение в водоемах растительноядных рыб в целях биологической очистки их от вредных водорослей и другой растительности, а также использования большого количества биогенных веществ, накапливающихся в водохранилищах; создание общегосударственной службы наблюдения и контроля за уровнем загрязнения водных объектов и ряд других.

Для практической реализации большой программы работ, связанной с охраной от загрязнения водных ресурсов и очисткой сточных вод, необходимо располагать нормативами качества воды по всем видам водопотребления и водопользования, в том числе для промышленно-коммунальных и ирригационных сточных вод. Значительная часть таких нормативов вообще отсутствует. Поэтому одной из первоочередных задач в деле охраны водных ресурсов является разработка единой для страны, а в некоторых случаях и дифференцированной системы нормирования качества вод, учитывающей все отрасли и сферы хозяйственной деятельности человека.

Для многих регионов с засушливым климатом весьма остро стоит вопрос получения пресной воды. Отсутствие или

недостаточность ее сильно осложняет водоснабжение населения и развитие народного хозяйства. В связи с этим в ряде стран, в частности в СССР, выполняются в большом объеме научно-исследовательские, проектно-конструкторские и другие работы по созданию экономичных и высокопроизводительных установок для опреснения минерализованных вод (подземных, озерных, морских). В настоящее время уже получены весьма обнадеживающие результаты в этом отношении. Разработаны различные конструкции опреснительных установок, работающих на базе методов дистилляции, ионного обмена, электролиза, гиперфильтрации.

Выбор метода опреснения воды для каждого конкретного объекта определяется солесодержанием исходной воды и требуемой производительности опреснительной установки. Ввиду сравнительно небольших дебитов скважин минерализованные подземные воды будут опресняться в основном на установках малой мощности.

Для опреснения воды в крупных масштабах наиболее перспективным по экономическим показателям в настоящее время признается дистилляционный метод, особенно в тех случаях, когда опреснительные установки будут работать на отборном паре тепловых турбин, т. е. при блокировании их с тепловыми электростанциями.

Первая в мире ядерная двухцелевая водоэлектростанция построена в г. Шевченко. Блоки опреснительной установки этой станции уже работают на паре котлов тепловой электростанции. При доведении мощности ядерного реактора на быстрых нейтронах до 1 млн. *квт* и вводе в эксплуатацию всех блоков опреснительной установки водоэлектростанция будет вырабатывать ежегодно около 45 млн. $м^3$ пресной воды и 1,3 млрд *квт · ч* электроэнергии.

Размещение опреснительных установок, блокированных с электростанциями, в промышленных центрах и вблизи крупных населенных пунктов дает дополнительные экономические преимущества, поскольку они могут быть построены как трехцелевые, вырабатывающие одновременно три вида продукции — электрическую энергию, тепло и пресную воду.

Удельные капиталовложения в строительство опреснительной части трехцелевой водоэлектростанции и себестоимость опреснения соленых вод Каспийского моря, по данным проектных организаций, характеризуются следующими показателями (таблица 31).

Таблица 31

Производительность станции (тыс. *м³/сутки*)	100	200	400	600	800	1000
Удельные капиталовложения, *руб/м³*	70	60	55	45	40	35
Себестоимость опресненной воды, *коп./м³*	12,8	11,1	9,4	8,0	7,8	7,5

Сравнение стоимости опреснения воды дистилляцией со стоимостью подвода свежей воды из естественных источников по стальным трубам показывает, что дистилляционные опреснительные установки производительностью 100 тыс. *м³/сутки* могут конкурировать с водоводами свежей воды при подаче последней на расстояние до 150 *км*, а при производительности в 500 тыс. *м³/сутки* — с водоводами длиной 250 *км*.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Характерной особенностью современного водного хозяйства является значительное увеличение во многих странах мира общего объема водопотребления, вызванного как естественным приростом населения, так и развитием промышленности и сельского хозяйства. Соответственно этому резко возрос дефицит пресной воды. В указанных условиях наряду с законодательными и другими мерами по охране водных источников первостепенное значение должны будут получить и экономические стимулы, которые приведут к более рациональным методам использования водных ресурсов.

Суммарный объем водопотребления всеми странами мира (без учета водопользователей: гидроэнергетики, водного транспорта, рыбного хозяйства и др.) оценивается в настоящее время огромной цифрой — порядка 4 тыс. *км³/год*, в том числе по СССР — около 0,33 тыс. *км³/год*. В ближайшие десятилетия потребление воды значительно возрастет. Так, в нашей стране, например, прогнозируется рост водопотребления к концу рассматриваемого периода не менее чем в 2,5—3 раза. Столь высокие темпы увеличения водопотребления могут быть обеспечены, разумеется, лишь при условии выполнения очень больших объемов работ по водо-

хозяйственному строительству с применением новейшей техники.

Технический прогресс, достигнутый в последние годы, позволяет претворять в жизнь сложнейшие проекты гидротехнического строительства: возводить высокие плотины (до 200—300 метров и более) с весьма емкими водохранилищами (на десятки и сотни *км*^{3}), создавать уникальные каналы и водоводы протяженностью в сотни и даже тысячи километров, в том числе с принудительным (насосным) водоподъемом на сотни метров, сооружать большие по длине (десятки километров) и пропускной способности туннели, осуществлять в грандиозных объемах межбассейновые переброски речного стока (десятки и сотни кубических километров в год).

В развитии водного хозяйства за последнее время достигнуты значительные успехи как в нашей стране, так и за рубежом. Характерными примерами в этом отношении могут служить осуществленные и выдвигаемые к строительству уникальные сооружения и крупнейшие водохозяйственные комплексы:

а) самые крупные в мире действующие гидроэлектростанции: Братская на Ангаре и Красноярская на Енисее, а также строящиеся Усть-Илимская и Саяно-Шушенская (суммарная мощность их около 20 млн. *квт*);

б) каскады крупных ГЭС на Волге, Днепре, Каме и других реках СССР, а также на реках США (Тенесси, Колумбия, Колорадо и др.);

в) колорадский акведук в США, построенный в 1941 г. в целях водообеспечения промышленности, городов и сельского хозяйства, весьма дефицитного по водным ресурсам штата Калифорния (суммарная длина его 512 *км*, в т. ч. 147 *км* составляют туннели и 46 *км* — армобетонные трубы; подаваемый расход воды — 45 *м*^{3}/*сек*, высота насосного водоподъема — 485 *м*);

г) канал Иртыш — Караганда, строительство которого завершено в 1974 г., обеспечивает подачу воды для нужд бурно развивающейся промышленности, а также сельского хозяйства Центрального Казахстана. По производительности (75—110 *м*^{3}/*сек*) он примерно вдвое превосходит Колорадский акведук, а по протяженности (458 *км*), высоте насосного водоподъема (416 *м*) и, в особенности технической сложности, несколько уступает ему;

д) акведук из реки Фезер в США, выдвигаемый к строительству на ближайшую перспективу. По масштабу и слож-

ности он значительно превзойдет как колорадский акведук, так и канал Иртыш — Караганда. Предназначается для переброски суммарного расхода воды 150 *м*³/*сек* из рек Фезер и Сакраменто в южные наиболее засушливые районы штата Калифорния (в дополнение к подаваемому Колорадским акведуком объему воды). Высота насосного водоподъема составит рекордную цифру — 1023 *м*, общая длина 940 *м;*

е) крупные судоходные каналы и воднотранспортные соединения — Суэцкий, Панамский, им. Москвы, Волго-Дон и ряд других. Особо следует отметить проект создания нового 2-путного канала — туннеля на уровне океана через Панамский перешеек, заменяющего существующий канал, который требует выполнения неотложных восстановительных работ;

ж) действующие и строящиеся крупные ирригационные системы в СССР (Голодностепская, Ферганская, Каракумская, Аму-Бухарская, Аму-Каршинская и др.), а также за рубежом — в США (в бассейнах рек Миссисипи, Тенесси, Колумбия, Колорадо), Китайской Народной Республике, Индии, Египте и других странах.

Исключительные успехи в последние годы достигнуты в деле создания мощных насосных станций, осуществляющих водоподъем на водных трактах различного назначения. Таковы насосные станции на упомянутых выше каналах и акведуках. На ряде гидроэлектростанций установлены мощные турбонасосы (ГЭС Педрейра, Трайкао в США и др.), работающие в период максимума нагрузки как обычные турбины, а в часы ее спада в качестве насосов. Большой интерес представляет насосная станция Грэнд-Кули — главное звено оросительной системы реки Колумбии. Она имеет огромную производительность — 438 *м*³/*сек* (12 агрегатов по 36,5 *м*³/*сек* каждый). Также значительной является и насосная станция Траси — важнейшее сооружение Центральной долины Калифорнии, занимающая второе место среди аналогичных объектов в США.

В нашей стране наиболее мощными и совершенными являются насосные станции на канале Иртыш — Караганда (с агрегатами производительностью около 20 *м*³/*сек* каждый), а также на Аму-Бухарском и Аму-Каршинском каналах (с агрегатами производительностью до 39 *м*³/*сек*).

Широкое внедрение насосного водоподъема позволило вовлечь в поливное земледелие миллионы гектаров плодородных, но засушливых земель, расположенных на высоких отметках местности, вне зоны действия самотечных кана-

лов. Характерными примерами в этом отношении могут служить осуществляемые в настоящее время проекты орошения 1 млн. *га* земель Каршинской степи водами реки Амударьи для выращивания здесь ценных (длинноволокнистых) сортов хлопчатника, а также Аму-Бухарского канала в целях дополнительного водообеспечения существующих площадей орошения и расширения поливного земледелия в низовьях бассейна реки Зеравшан. В обоих случаях вода подается с помощью каскадов мощных насосных станций.

Наличие высокопроизводительных насосов и дешевой электроэнергии во многом содействует претворению в жизнь и выдвижению новых крупных проектов строительства, связанных с переброскими речного стока на большие расстояния. Помимо упомянутых выше каналов и акведуков отметим еще следующие крупнейшие в мире проблемы территориального перераспределения водных ресурсов, выдвигаемые к строительству на ближайшее будущее.

1. Переброска стока северных рек европейской территории СССР, а именно: Печоры, Вычегды, Северной Двины и др. в бассейн реки Волги в целях компенсации прогрессирующих отъемов воды из нее на орошение, увеличения выработки энергии на действующих ГЭС Волжско-Камского каскада и, в особенности, поддержания оптимального режима Каспийского моря, уровень которого имеет тенденцию к большому снижению. Объем переброски стока северных рек на конечном этапе осуществления ее достигнет 87 *км*^{3}*/год* (59% от их суммарного стока).

2. Переброска стока рек Западной Сибири — Оби и Енисея — в пределы южной части срединного региона СССР* в целях орошения засушливых земель республик Средней Азии и Казахстана (в генеральной перспективе на площади до 87 млн. *га*) и осушения заболоченных территорий Западно-Сибирской низменности (около 50 млн. *га*).

На 1 этапе осуществления этой проблемы объем переброски составит, согласно имеющимся прогнозным данным, около 25 *км*^{3}*/год*. В дальнейшем, при полном развитии схемы переброски, он достигнет цифры порядка 280 *км*^{3}*/год*.

Переброска стока сибирских рек позволит одновременно решить и проблему Аральского моря, которое в связи с увеличивающимися изъятиями стока рек Сырдарьи и Амударьи на орошение, прогрессивно усыхает.

---

* Границы региона даются в главе VIII.

3. Проблема переброски стока рек Северной Америки в южном направлении для обеспечения водой и энергией трех государств: Канады, США и Мексики. Программой ассоциации «Невада» предусматривается широкое использование водных ресурсов рек необжитых территорий Аляски, севера Канады и горных районов северо-западной части США. В частности, намечается строительство большого количества водохранилищ на высоких отметках, плотин, туннелей (общей протяженностью 2,9 тыс. *км*), судоходных каналов и водоводов для подачи воды общей длиной 10,7 тыс. *км*, насосных станций суммарной мощностью 110 млн. *квт*.

Стоимость осуществления этого грандиозного комплекса оценивается в 100 млрд. долларов.

4. Переброска стока реки Янцзы в бассейн реки Хуанхе (Китайская Народная Республика). Данная переброска также является одной из крупнейших комплексных проблем мира, могущей кардинально решить актуальные задачи, связанные с орошением многих миллионов гектаров земель в бассейне реки Хуанхе с одновременным получением до 25—30 млн. *квт* мощности на гидроэлектростанциях. Намечается строительство ряда крупных гидроузлов и водохранилищ, в том числе расположенных в тяжелых горных условиях (на высоте до 2500 *м* над уровнем моря), а также туннелей и других сложных гидротехнических сооружений. Протяженность водного тракта переброски составит порядка 480 *км*.

Приведенные выше примеры объективно отражают огромные успехи в техническом прогрессе в области реконструкции водного хозяйства, имеющей целью максимальное использование водных, водноэнергетических и земельных ресурсов.

Анализ состояния и перспектив совершенствования водного хозяйства в нашей стране и за рубежом позволяет установить следующие общие тенденции и пути его развития:

а) в области повышения уровня использования водных ресурсов — в направлении дальнейшего строительства водохранилищ, регулирующих речной сток; создания подземных водохранилищ (в комплексе с использованием крупных естественных источников грунтовых вод); территориальных переброс стока из районов избыточных водных ресурсов в районы, дефицитные по воде; опреснение соленых вод (в

районах практического отсутствия источников пресной воды);

б) в области комплексного использования водных ресурсов — по линии увеличения темпов развития орошаемого земледелия; усиления использования гидроэнергетических ресурсов, а также развития водоснабжения ТЭС и АЭС; участия в повышении темпов развития промышленности; повышения рыбопродуктивности рек и водоемов; интенсификации водного транспорта (в направлении резкого сокращения навигационных расходов воды путем шлюзования рек и других мер); использования теплых вод ТЭС и промышленных предприятий (для парниковых хозяйств, орошения и в других целях); использования водных объектов для отдыха, спорта, туризма и в лечебно-оздоровительных целях;

в) в направлении экономии расходования воды — по линии научного обоснования нормативов водопотребления; снижения расходов свежей воды в промышленности (путем внедрения оборотных схем водоснабжения, а также безводной технологии); то же для ТЭС и АЭС (путем создания градирен и перевода их на воздушное охлаждение); повышения коэффициента полезного действия ирригационных и водоснабженческих систем (с повторным использованием отработанных вод); снижения потерь во всех звеньях водохозяйственных систем (водохранилищах, каналах и т. д.); рационального использования воды рыбным хозяйством (путем разведения ценных видов рыбы в водохранилищах и многоцелевого использования попусков); полного отказа от судоходных попусков или резкого сокращения их объемов;

г) по очистке загрязненных сточных вод — в направлении обеспечения полной очистки и доочистки сбросных вод; введения безотходной технологии; применения невымываемых удобрений; усовершенствования методов обработки воды, в частности в отношении биологической ее очистки; предотвращения загрязнения воды отходами судоходства, аварийными разливами нефти и т. д.;

д) в области экологических процессов — в направлении разработок компенсационных мероприятий по предотвращению вредного влияния водохозяйственных реконструкций на земельные, водные и лесные ресурсы, горнорудные и нефте-газовые месторождения, животный и растительный мир, климатические и общие экологические условия; то же, по увеличению рекреационных ресурсов;

е) в деле общего совершенствования водного хозяй-

ства — в направлении укрупнения (объединения) отдельных систем и последующего формирования Единой водохозяйственной системы (ЕВХС СССР); оптимизации водохозяйственных балансов; внедрения системы экономического стимулирования экономии и незагрязнения воды; учета водного фактора при планировании размещения производств; обеспечения подготовки специализированных водохозяйственных кадров.

Практическая реализация указанных выше принципиальных путей развития водного хозяйства, а также ускорение технического прогресса в отдельных районах страны зависят от ряда особенностей формирования в них перспективных водохозяйственных балансов. В свою очередь ими определяются характер мероприятий и конкретные пути покрытия дефицитов воды в отдельных областях народного хозяйства, т. е., по существу, основные положения генеральной схемы развития водного хозяйства. Поэтому в последующих главах указанные вопросы рассматриваются более детально, применительно к реальным условиям водного хозяйства Казахской ССР.

ГЛАВА VII

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСЫЩЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ СССР ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

В природе имеет место непрерывный круговорот воды в системе «океан — атмосфера — земля — океан», в результате водные ресурсы в отличие от других постоянно возобновляются. Основным источником формирования поверхностных вод являются атмосферные осадки. В условиях СССР из общего их количества в виде снега выпадает 19%, а 81% составляют жидкие осадки. Из всего объема около 37% осадков идут в речной сток, а 63% их расходуется на испарение и инфильтрацию. Суммарный объем речного стока Советского Союза (в средний по водности год) составляет 4714 $км^3$ (12% мировых ресурсов), из которых 93% формируются на территории СССР, а 7% — в сопредельных странах.

Из зарубежных стран наиболее богаты водными ресурсами Бразилия — 3200 $км^3$, Китайская Народная Республика — 2600 $км^3$, США — 2094 $км^3$ в год средней водности.

Как видно, наша страна располагает значительно большими водными ресурсами, однако по удельной их величине (на 1 $км^2$ площади) заметно (в 1,2—2,0 раза) уступает упомянутым выше странам. На одного жителя СССР приходится около 19 тыс. $м^3$ воды в год.

Поверхностные водные ресурсы страны распределены очень неравномерно. На наиболее обжитые западные и южные районы Союза их приходится около 14%, а на остальные экономически менее развитые и слабо обжитые, в то же время в целом избыточно увлажненные, северные и восточные районы (севернее линии Архангельск — Сыктывкар — Тюмень — Томск — Братск — Комсомольск) — 86%. В европейской части СССР, где сконцентрировано около 75% населения страны, приходится около 6 тыс. $м^3$ воды в год на человека против 19 тыс. $м^3$ в целом по Союзу.

Свыше четверти (27%) территории Советского Союза, имеющей большое значение в сельскохозяйственном и промышленном производстве, расположено в зоне недостаточного увлажнения: это юг Украины и Молдавии, Приазовье, Сальские степи, Заволжье, Прикаспийская низменность, большая часть территории Казахстана, юг Западной Сибири, центральная часть Якутии, республики Средней Азии и Закавказья (исключая горные районы). На одного жителя перечисленных районов в среднем приходится всего около 110—150 $м^3$ воды в год.

Практически безводными являются огромные территории пустынь и прилегающих к ним сухих степей Туркменской, Узбекской, Казахской ССР, Калмыцкой АССР, Астраханской области.

К зонам, недостаточно обеспеченным водными ресурсами, относятся также некоторые районы центра и юга европейской части СССР (Московская, Воронежская и Ростовская области, Донбасс, Крым, Чувашская АССР).

Наиболее богаты поверхностными водными ресурсами северо-западные, восточно-сибирские и дальневосточные районы РСФСР, горные области Таджикской, Казахской, Киргизской и Грузинской ССР, а также Эстонская и Латвийская ССР.

Речной сток страны сильно меняется во времени как в многолетнем разрезе, так и внутри года, что сильно осложняет его практическое использование. Колебания стока возрастают при переходе от избыточно влажных районов к засушливым. Во многих засушливых районах зоны годовой сток в маловодные годы составляет 3—4%, а в многоводные — до 300—400% и выше от их среднемноголетней величины.

В колебаниях годового стока наблюдаются группировки маловодных и многоводных периодов, продолжительностью в среднем от 2 до 8 лет. Так, например, в Казахстане с 1929 по 1939 г., т. е. в течение 11 лет подряд, был маловодный период, в это время сток рек составил около 30% от их нормы.

На большей части территории СССР преобладают реки с весенним половодьем. За относительно короткий период (1—3 месяца) здесь проходит доминирующая часть годового объема стока, составляя в некоторых районах 90—95%. Сток зимнего периода обычно не превышает 5—10% среднемноголетнего объема годового стока, а в засушливой зоне он снижается до 1—2%. В засушливых районах даже зна-

чительные по размерам реки зачастую не имеют поверхностного стока в течение большей части года (8—10 месяцев).

На территории Советского Союза насчитывается 2,85 млн. озер и крупных прудов и около 1000 водохранилищ. Подавляющее большинство озер (около 90%) имеют площадь зеркала не более 1 $км^2$ и среднюю глубину 1—1,5 *м*. Большая часть их в летний период в засушливых районах полностью высыхает или сильно мелеет. Запасы озерных вод оцениваются в 27,3 тыс. $км^3$, что в 5,8 раза больше суммарного стока рек страны. Указанное количество воды сосредоточено в 16 крупных озерах. Самым крупным из них является озеро Байкал, в котором содержится 23 тыс. $км^3$, или 88% суммарного объема пресных озерных вод страны.

Очень важное значение для экономического развития многих районов страны имеют подземные воды. Их ресурсы по стране в целом изучены все еще недостаточно. Тем не менее проведенные в этом направлении работы позволяют сделать вывод о наличии в Союзе очень большого объема подземных вод, доступных для широкого использования.

Ресурсы подземных вод обычно делят на два вида: естественные и эксплуатационные. Естественные ресурсы — расход подземного потока в зоне активного водообмена, а эксплуатационные, по определению Куделина Б. И.— «количество воды в единицу времени, которое может добываться из водоносного пласта рациональным в технико-экономическом отношении способом без прогрессирующего снижения производительности динамических уровней и ухудшения качества воды».

При современном уровне изученности естественные ресурсы пресных подземных вод страны определяются цифрой ~30 тыс. $м^3/сек$. Эти ресурсы по территории СССР распределены очень неравномерно. На европейскую часть приходится 27%, а на азиатскую — 73%. В разрезе отдельных республик они распределены следующим образом: в РСФСР — 83%, в Казахстане — 4%, в Грузии — 2,1%, в Туркмении — 1,6%, в Узбекистане —1,5%, в Белоруссии — 1,4%, на Украине — 1,2%, а во всех остальных республиках — около 5%.

Общие прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод (без ресурсов грунтовых вод аллювиальных отложений речных долин) определяются ~7000 $м^3/сек$, или 220 $км^3/год$. В эту цифру не входят ресурсы Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока и северо-востока. Ука-

занные запасы вод по территории страны распределены также очень неравномерно и составляют в РСФСР 52%, Казахстане — 12,9%, Узбекистане — 11,8%, Белоруссии — 6,0%, на Украине — 5,6%, в Киргизии — 2,5%, Азербайджане — 1,8%, Таджикистане — 1,6%, а во всех остальных республиках — около 6%.

В общее количество эксплуатационных ресурсов не входят грунтовые воды речных долин и горных районов. В этих районах они находятся в тесной связи с поверхностными водами, в связи с этим их использование следует рассматривать в комплексе с поверхностными.

Подземные водные ресурсы в настоящее время в Союзе используются главным образом для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения и оазисного орошения общим объемом около 860 *м³/сек*. При этом грунтовые воды аллювиальных отложений речных долин составляют порядка 60%, ресурсы артезианских бассейнов — 15%, конусов выносов — 10%, трещинно-карстовые воды — 8%. Таким образом, отбор подземных вод в объеме до 70% происходит за счет соответствующего уменьшения речного стока. Следовательно, собственные подземные воды в настоящее время используются в количестве не более 260 *м³/сек*, или около 3,7% от их прогнозных эксплуатационных запасов.

Низкое использование подземных вод в целом по стране объясняется, главным образом, очень слабым развитием орошения за их счет. Площадь орошения этими водами составляет около 2% всех освоенных под ирригацию земель. В этом отношении в ряде зарубежных стран достигнут большой успех. Так, в США указанная цифра составляет около 45%, в Индии — 35%, в Мексике — до 20%.

В использовании подземных водных ресурсов для водоснабжения и орошения в отдельных республиках нашей страны достигнуты довольно значительные успехи: в Армении для указанных целей отбирается 45%, в Азербайджане — до 55, в Туркмении — 40, в Молдавии — 25% от общих прогнозных эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод.

Развертывание работ по широкому использованию подземных вод в целом для развития всего народного хозяйства, в особенности для оазисного орошения, является задачей большой государственной важности.

Ресурсы поверхностных вод. Казахстан в целом характеризуется резкой континентальностью климата с очень малым количеством осадков и большой амплитудой колебания температуры.

Все районы Казахстана, за исключением высокогорных южных районов и горной области Алтая, отличаются крайне слабой увлажненностью. Годовая сумма осадков в районе Туранской низменности — менее 100 *мм*, в других частях она увеличивается до 300 *мм*. В предгорных равнинах юга сумма осадков составляет 400—500 *мм* и лишь на высокогорных хребтах достигает порядка 1000 *мм*.

Температурный режим равнинной части Казахстана резко отличается от режима горной области. Для равнинной территории характерна холодная зима и очень жаркое лето. При этом средняя температура зимних месяцев на севере республики — 16—19°, абсолютные же минимумы достигают —45°; средняя температура января на юге составляет — 2 + 5°, при абсолютном минимуме — 29—35°.

Климатические и общие орогидрографические условия территории нашли свое отражение в своеобразии гидрографической сети, а также в режимных характеристиках рек Казахстана.

На территории республики рек длиной более 10 *км* насчитывается 2174, подавляющее большинство из них мелкие. Так, только 4 реки имеют протяженность свыше 1000 *км*, 155 рек — свыше 100 *км*. Рек со среднемноголетними расходами воды свыше 500 $м^3/сек$ — только две, с расходами воды от 200 до 500 $м^3/сек$ — три, от 100 до 200 $м^3/сек$ — одна, от 50 до 100 $м^3/сек$ — семь, от 10 до 50 $м^3/сек$ — около сорока и свыше 97% общего количества рек имеют расходы до 10 $м^3/сек$.

Три наиболее значительные реки (Иртыш, Ишим, Тобол) относятся к бассейну Северного Ледовитого океана, две реки (Урал и Эмба) впадают в Каспийское море. Остальные более или менее крупные реки впадают во внутренние бессточные водоемы. Наиболее значительными из них являются:

а) бассейн Аральского моря — реки Сырдарья, Сарысу, Чу и Талас;

б) бассейн оз. Балхаш — реки Или, Каратал, Лепса и др.;

в) бассейн озер Алаколь и Сасыкколь — ряд небольших

рек, стекающих с северных склонов Джунгарского Алатау и Тарбагатая;

г) группа озер Челкар-Тенгиз, принимающих воды рек Иргиза и Тургая, а также озер Тенгиз-Кургальджин, питаемых водами реки Нуры.

Общий сток рек Казахстана приближенно оценивается в 112 млрд. *м*³/*год* (без учета стока малых рек, не достигающего главных русел и скапливающегося в местных понижениях). По данным КазНИГМИ, сток малых рек с водосборной площадью каждой из них менее 100 *км*² составляет по республике в целом 7,3 млрд *м*³/*год*. Территориально он очень «распылен» и поэтому не может рассматриваться как надежный источник водоснабжения для развития народного хозяйства. Практически он может быть использован лишь для лиманного орошения.

Таким образом, общий объем водных ресурсов рек республики составляет около 120 млрд. *м*³ в год, из них 64 млрд. *м*³ (54%) формируется в пределах территории Казахстана и 56 млрд. *м*³ (46%) — в смежных республиках, в том числе 20,5 млрд. *м*³ — в Китае.

Водные ресурсы основных рек республики и их режимные характеристики приводятся в таблице 32.

Реки горных районов, берущие начало в отрогах Тянь-Шаня и Алтая, имеют ледниковое и смешанное снегово-ледниковое питание, отличаются большой водностью и значительными уклонами. Иногда на этих реках наблюдаются катастрофические селевые паводки.

Реки равнинных районов имеют в основном снеговое питание и характеризуются чрезвычайно резко выраженной неравномерностью стока как в пределах года, так и за многолетний период. Характерным для них является мощный весенний паводок и крайне маловодная межень, причем малые реки на протяжении бóльшей части года совершенно пересыхают.

Среднегодовой слой стока рек по территории Казахстана изменяется в очень широких пределах: от значений, близких к нулю (Кзыл-Ординская область), до 500—600 *мм* (Восточно-Казахстанская область). Удельный объем стока по областям изменяется от величин, приближающихся к нулю в Кзыл-Ординской области, до 247 тыс. *м*³ на 1 *км*² в год — в Восточно-Казахстанской области (рис. 12).

Основные водные ресурсы республики сосредоточены в Восточном, Юго-Восточном и Южном водохозяйственных районах.

Таблица 32

Водные ресурсы основных рек Казахстана

Название реки	Пункт наблюдения	Водосборная площадь тыс. км²	Годовая норма стока, км³	Коэффициент вариации годового стока	Сток 75% обеспеченности
Или	г. Капчагай	161,8	18,0	0,16	15,4
Чарын	ур. Сары-Тогай	7,37	1,12	0,21	0,95
Чилик	с. Малыбай	4,30	1,02	0,21	0,93
Каратал	до зоны потерь	13,80	2,85	0,37	2,32
Тентек	оз. Сасыкколь	5,88	1,47	0,29	1,19
Иртыш	с. Чар	192,20	32,8	0,21	26,2
Ишим	г. Петропавловск	118,0	1,73	0,98	0,60
Тобол	с. Введенка	60,4	0,45	1,11	0,09
Нура	с. Романовское	41,5	0,60	0,93	0,16
Сырдарья	Чардара	42,6	22,5	0,39	16,1
Урал	с. Тополи	180,0	10,0	0,70	5,0
Талас	с. Кировское	16,0	1,26	0,10	1,17
Чу	с. Васильевское	27,1	2,74	0,16	2,43

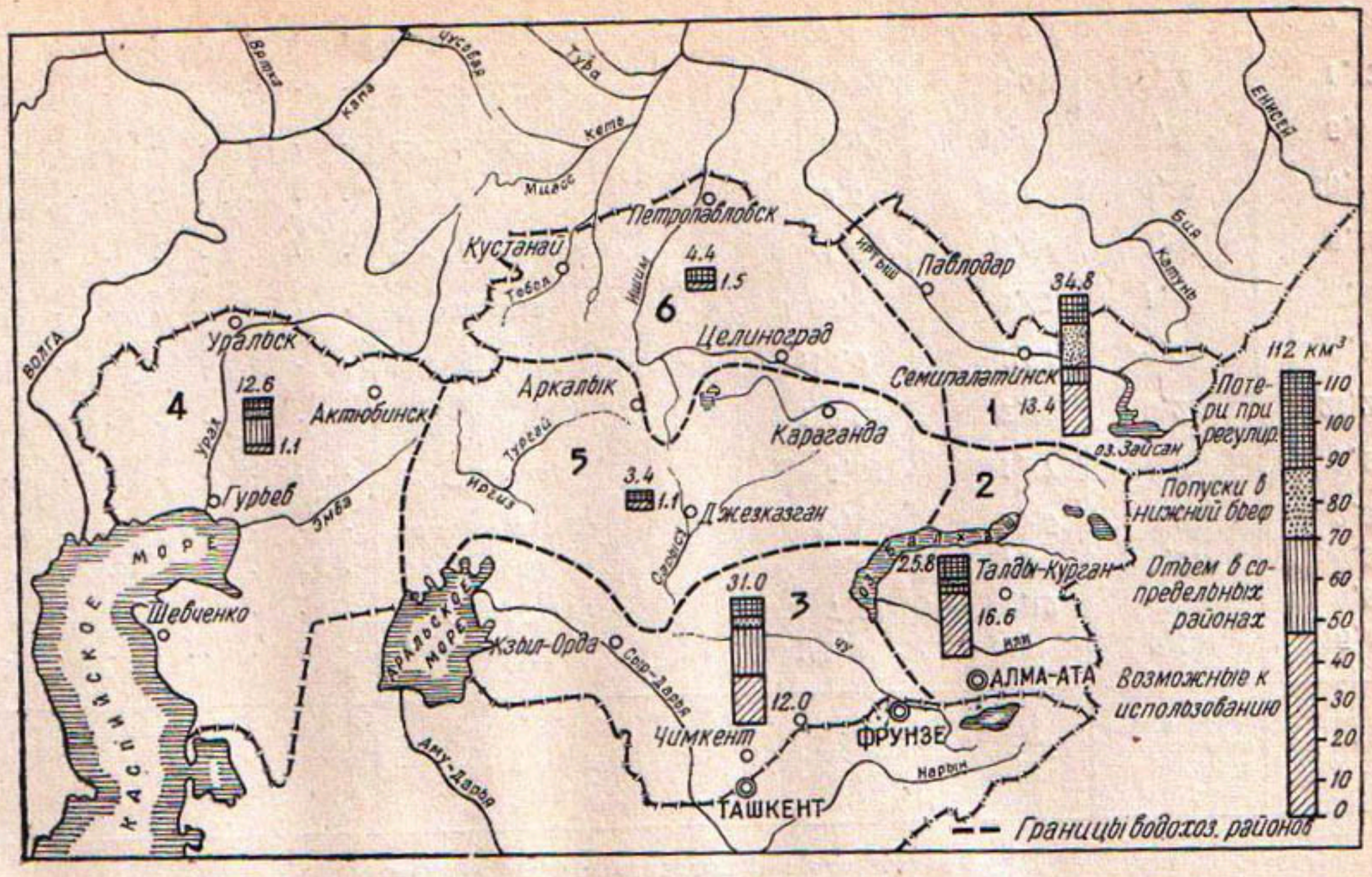


Рис. 12. Схематическая карта ресурсов поверхностных вод Казахстана. Водохозяйственные районы. *1* — Восточный; *2* — Юго-Восточный; *3* — Южный; *4* — Западный; *5* — Центральный; *6* — Северный.

Реки Западного и Северного районов маловодны, к тому же имеют неблагоприятный гидрологический режим, очень затрудняющий использование стока. Большая часть их годового стока (80—90%) проходит в течение 20—40 дней весеннего половодья, а в остальное время года многие из них практически полностью пересыхают.

Годовой сток рек Казахстана, как отмечалось выше, характеризуется большой изменчивостью, т. е из года в год он сильно колеблется по отношению к его многолетней норме — от 3—4% в маловодные до 400% и выше в многоводные годы. Вследствие этого значительная часть поверхностных вод республики практически не может быть использована. Неполнота их использования определяется также неизбежными потерями воды на испарение и фильтрацию из водохранилищ при регулировании стока и вынужденными холостыми сбросами. Кроме того, регулирование стока на высокую отдачу зачастую экономически не оправдывается, в частности, по условиям затопления и подтопления ценных земельных угодий. Для отдельных, особенно неблагоприятных по гидрологическому режиму рек равнинного Казахстана коэффициент использования стока не превышает 0,3—0,4 (бассейны рек Тобола, Ишима и др.). Для горных речных бассейнов указанный коэффициент возможно достигнет 0,6—0,7.

Суммарно по всем рекам Казахстана потенциально могло бы быть использовано около 87 млрд. $м^3$ воды в год (при обеспеченности 95%). Однако реально возможное использование их стока составляет значительно меньшую цифру. Это объясняется тем, что верхние участки таких крупных рек Казахстана, как Иртыш, Или, Чу, Талас, Сырдарья и Урал, находятся за его пределами и являются источниками водообеспечения смежных с ним территорий (КНР, Киргизии, Таджикистана, Узбекистана и РСФСР). Кроме того, значительное количество воды требуется для районов, расположенных ниже. Так, по Южному водохозяйственному району 2,8 млрд. $м^3$ должны пропускаться в низовья рек (в виде санитарных попусков по Сырдарье и другим водотокам), а по Восточному району — около 12 млрд. $м^3$ в год (для водного транспорта, рыбного хозяйства, санитарных попусков и т. д.). С учетом вышеизложенного реально могут быть использованы для развития отраслей народного хозяйства Казахстана, как показывают соответствующие расчеты, лишь около 46 млрд. $м^3$ воды в год.

Вся территория Казахстана КазНИИ энергетики

(Н. С. Калачевым) подразделяется на шесть водохозяйственных районов (ВХР): Восточный, Юго-Восточный, Южный, Западный, Центральный и Северный (рис. 12). В основу деления территории положены такие довольно объективные предпосылки, как общность физико-географических условий, единство и идентичность режимов местных водных источников, общность характера водохозяйственных задач и некоторые другие.

Восточный ВХР. В данный район входят Восточно-Казахстанская, северная часть Семипалатинской и восточная часть Павлодарской области (включая участок Иртыша ниже г. Семипалатинска). Площадь района равна 270 тыс. *км*^{2}. В гидрографическом отношении — это бассейн Иртыша с его многочисленными притоками.

Юго-Восточный ВХР включает Алма-Атинскую, Талды-Курганскую и южную часть Семипалатинской области. Площадь района составляет 310 тыс. *км*^{2}. Он охватывает почти весь бассейн озера Балхаш (в пределах СССР). Основными источниками здесь являются реки Или, Каратал, Коксу, Лепса, Аягуз, Аксу, а также ряд небольших водотоков, впадающих в озера Алаколь и Сасыкколь.

Южный ВХР. В него входят Чимкентская, Джамбулская и Кзыл-Ординская области. Общая площадь территории района составляет 490 тыс. *км*^{2}. Водные ресурсы его ограничиваются стоком бассейнов Сырдарьи (низовья), Келеса, Арыси, Таласа (казахстанская часть) и Чу (низовья), т. е. стоком рек Аральского моря и группы тяготеющих к нему озер, расположенных между Аральским морем и озером Балхаш.

Западный ВХР. Включает Уральскую, Гурьевскую и Мангышлакскую, а также западную часть Актюбинской области. Площадь его 600 тыс. *км*^{2}. Район очень беден водными ресурсами. Основными водными источниками здесь являются реки Урал, Сагиз и Эмба, впадающие в Каспийское море.

Центральный ВХР занимает территорию Карагандинской, Джезказганской и частично Целиноградской, Тургайской, Кустанайской и Актюбинской областей. Площадь района — 630 тыс. *км*^{2}.

Гидрографическая сеть района развита слабо. Водные ресурсы его ограничиваются стоком бассейнов озер Тенгиз — Кургальджин и Чалкар — Тенгиз (реки Нура, Тургай, Иргиз, Сарысу и др.).

Северный ВХР. Площадь его 420 тыс. *км*^{2}. Им охватыва-

ется Кокчетавская, Северо-Казахстанская, частично Павлодарская и северные районы Кустанайской и Целиноградской областей. Район беден водными ресурсами. Основными источниками водоснабжения являются р. Ишим и верховья р. Тобол. В данном районе сосредоточены главные массивы освоенных в Казахстане целинных и залежных земель.

Распределение потенциальных поверхностных водных ресурсов Казахстана и объемов их, возможных к практическому использованию, в разрезе указанных выше ВХР представлено в таблице 33.

Таблица 33

Водохозяйственные районы	Ресурсы поверхностных вод, млрд. $м^3$/год					
	Всего	в том числе				
		потери при регулировании стока	отъемы в сопредельных районах	попуски (трансп., санитарн. и др.)	возможные к использованию при обеспечении	
					95%	75%
Восточный	34,8	6,7	3,0	11,7	13,4	17,3
Юго-Восточный	25,8	6,1	1,5	1,6	16,6	21,3
Южный	31,0	4,9	11,3	2,8	12,0	15,5
Западный	12,6	2,0	8,2	1,3	1,1	1,4
Центральный	3,4	2,3	—	—	1,1	1,4
Северный	4,4	2,7	—	—	1,6	2,1
Всего . .	112,0	24,7	24,0	17,6	45,7	59,0

Подземные воды. По последним данным Института гидрогеологии и гидрофизики АН Казахской ССР, вековые ресурсы подземных вод Казахстана приближенно оцениваются в 7,5 трлн. $м^3$, а ежегодно возобновляемые — около 37 млрд. $м^3$. Ресурсы подземных вод, теоретически возможные для ежегодного использования (эксплуатационные), гидрогеологами АН КазССР определяются цифрой порядка 60 млрд. $м^3$. В союзном балансе эти ресурсы для Казахстана приняты в 28 млрд. $м^3$ в год.

Наибольшее количество подземных вод сосредоточено в южных областях республики, находящихся в благоприятных почвенных и климатических условиях для организации выборочного (оазисного) орошения и пастбищного обводнения. Артезианские бассейны с глубиной залегания 100—500 *м* обнаружены в Балхашской, Копа-Илийской, Муюнкумской,

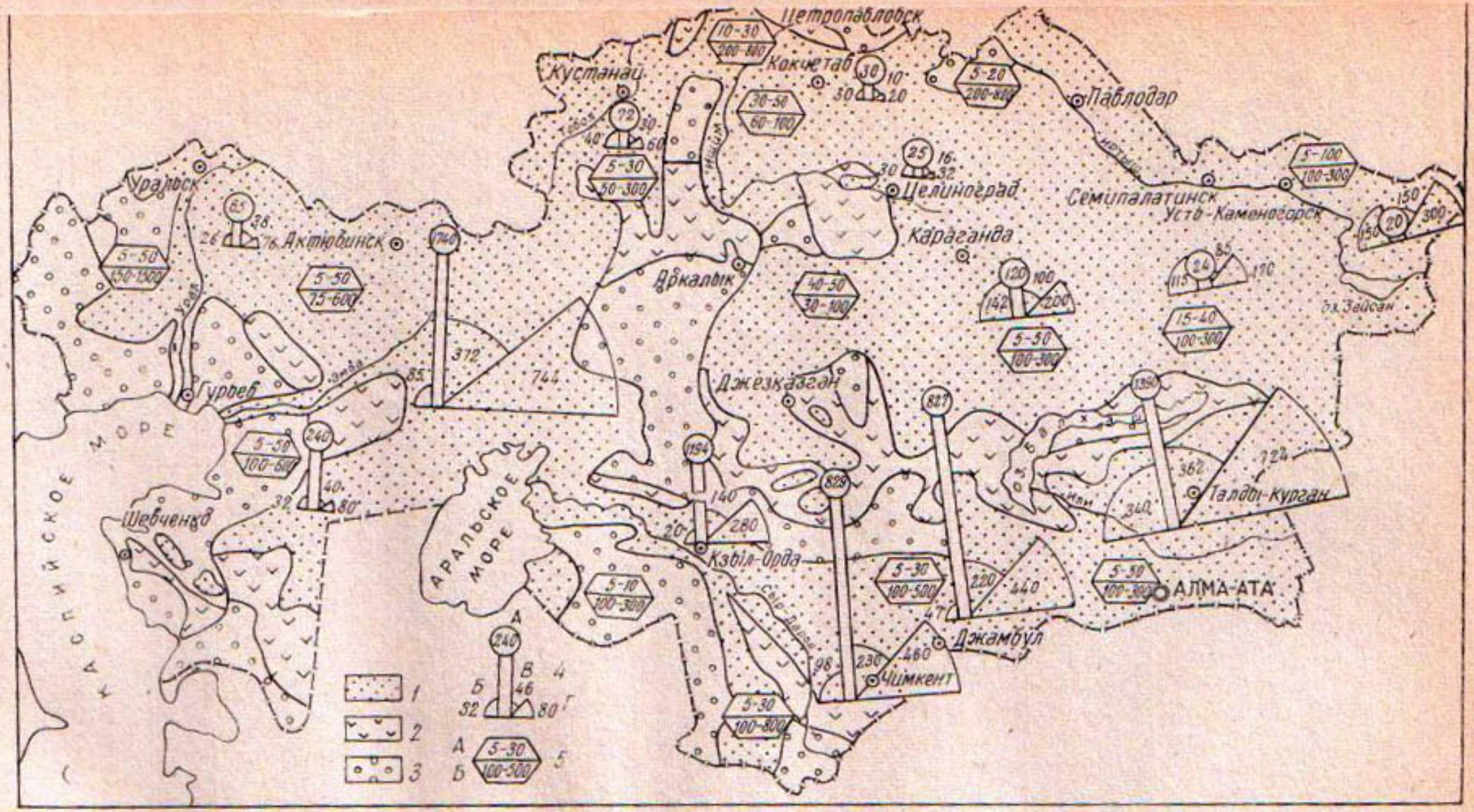


Рис. 13. Схематическая карта ресурсов подземных вод Казахстана. *1* — пресные и слабосолоноватые воды; *2* — солоноватые; *3* — соленые воды; рассолы; *4* — *А* — вековые ресурсы подземных вод, млрд. *м*^{3}; *Б* — ежегодно возобновляемые ресурсы, *м*^{3}/*сек*; *В* — перспективные эксплуатационные ресурсы при непрерывной сработке вековых запасов с учетом ежегодно возобновляемых, *м*^{3}/*сек*; *Г* — те же ресурсы при использовании их для орошения в вегетационный период и для водоснабжения в дневные часы, *м*^{3}/*сек*; *5* — глубины залегания подземных вод, *м*: *А* — грунтовых; *Б* — артезианских.

Южно-Тургайской и Кзылкумской впадинах. Огромными хранилищами пресных и слабосолоноватых грунтовых вод, залегающих на глубинах 5—50 *м*, являются также обширные песчаные пустыни (рис. 13).

Оценка перспектив возможного использования подземных вод требует очень большой осторожности. К настоящему времени утвержденные эксплуатационные (А+Б) запасы их по всей республике составляют лишь 4,31 млрд. *м*^{3}/*год*. По мере дальнейших исследований, разумеется, они будут расти.

Говоря о возможном отборе подземных вод, необходимо учитывать и то обстоятельство, что значительная их часть представляет собой, по существу, подрусловый сток рек, откачка которого приведет к примерно равному по объему сокращению поверхностного стока рек. Объем подруслового стока рек на территории Казахстана оценивается приближенно в 17 млрд. *м*^{3}/*год*. При исключении этого объема величина прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод значительно уменьшится и составит около 43 млрд. *м*^{3}/*год*.

Должны быть учтены также неравномерность в распределении ресурсов пресных подземных вод и территориальное несоответствие между потребностью в воде и возможностью их отбора в местах расположения крупных водопотребителей. Все это приведет к тому, что фактический отбор подземных вод составит лишь некоторую часть от их эксплуатационных запасов.

Обобщение, проведенное в этом отношении Гидропроектом им. С. Я. Жука при составлении генеральной схемы водообеспечения СССР на 1970 г., показывает, что приблизительно только одну восьмую часть прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод СССР можно планировать для использования в народном хозяйстве. Учитывая напряженность водохозяйственного баланса Казахстана, особенно в отдельных его районах, есть основания принять это соотношение несколько большим и реальные возможности перспективного использования подземных вод территории Казахстана оценить примерно в объеме 10 млрд. *м*^{3}/*год*. Распределение их по районам показано в таблице 34.

Таким образом, суммарные ресурсы поверхностных и подземных вод Казахстана для перспективного периода следует принимать соответственно при обеспеченности 90—95% — 56 млрд. *м*^{3}/*год*, а при 75% — 69 млрд. *м*^{3}.

Из приведенных данных и других материалов нами по-

Таблица 34

Водохозяйственные районы	Возможные к использованию ресурсы подземных вод, млрд. $м^3/год$	
	потенциальные	реальные в прогнозируемый период
Восточный . .	7,4	1,2
Юго-Восточный .	11,4	1,9
Южный . . .	18,7	3,1
Западный. . .	14,2	2,4
Центральный . .	3,9	0,5
Северный . .	5,4	0,9
Всего . .	61,0	10,0

лучены обобщающие удельные показатели, характеризующие водообеспеченность народного хозяйства Казахстана в разрезе отдельных водохозяйственных районов по состоянию на 1974 г. (табл. 35).

Данные таблицы 35 позволяют сделать следующие выводы:

1. Из общего объема потенциальных водных ресурсов республики (поверхностных и подземных) в среднем реально может быть использовано около 44%. В этом отношении на первом месте стоит Юго-Восточный ВХР (68%), а на последнем — Западный (17%).

2. По насыщенности реальными водными ресурсами на единицу площади территории на первом месте находятся Восточный и Юго-Восточный ВХР (6,8—7,5 тыс. $м^3$ в год на 1 $км^2$), а на последнем — Центральный ВХР (0,3 тыс. $м^3$ в год на 1 $км^2$).

3. По обеспеченности реальными водными ресурсами одного жителя на первом месте находится Восточный ВХР (12,2 тыс. $м^3$ в год), на втором — Южный и Юго-Восточный (8,0—7,4), а на последнем — Центральный ВХР (0,7 тыс $м^3$ в год).

4. По количеству реальных водных ресурсов, приходящихся на единицу площади земель, пригодных для орошения, первое место занимает Юго-Восточный ВХР (5,5 тыс. $м^3/га$), второе — Восточный (3,2), третье — Южный (2,0), последнее — Центральный ВХР (0,1 тыс. $м^3/га$).

5. В отношении развития поливного земледелия за счет местного стока наиболее перспективными являются Восточный и Юго-Восточный водохозяйственные районы.

Таблица 35

Водохозяйственные районы	Территория, тыс. км²	Число жителей на 1 км²	Коэффициент реального использования потенциальных водных ресурсов	Удельное значение практически возможных к использованию водных ресурсов		
				на 1 км² территор., тыс. м³ в год	на 1 жителя, тыс. м³ в год	на 1 га площади возможного орошения, тыс. м³/га
Восточный	270	5,60	0,46	6,8	12,2	3,2
Юго-Восточный	310	9,40	0,68	7,5	8,0	5,5
Южный	490	5,10	0,42	3,8	7,4	2,0
Западный	600	2,20	0,17	0,6	2,9	0,4
Центральный	630	4,07	0,31	0,3	0,7	0,1
Северный	420	6,40	0,36	0,7	1,1	0,2
Итого:	2720	4,96	0,44	2,5	5,1	1,1

Примечание. Реально используемые поверхностные водные ресурсы приняты с обеспеченностью 75%.

ГЛАВА VIII

ВЕРОЯТНЫЙ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ БАЛАНС ЗАСУШЛИВЫХ ЗОН СССР

ОБЩИЕ ПРОГНОЗНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА ЗАСУШЛИВЫХ ЗОН СССР

Как указано в предыдущей главе, водные ресурсы страны распределены по территории очень неравномерно, что сильно затрудняет водообеспечение народного хозяйства. Дефицитными по воде являются наиболее обжитые и развитые в экономическом отношении районы.

На территории, относящейся к зоне в той или иной степени недостаточного увлажнения и расположенной южнее линии Ленинград — Новосибирск (40% площади СССР), находятся 65% всей земледельческой территории Союза, более 78% сельхозугодий, 64% пашни, 70% пахотнопригодных земель, 48% сенокосов, 93% пастбищных угодий. Здесь проживает 80—90% населения и размещается подавляющая часть производительных сил страны, в частности, почти все орошаемое земледелие и перспективные в этом отношении площади земель. Таких земель только в республиках Средней Азии и Казахстане имеется 87 млн. *га* (около 60% союзного фонда), из которых на Казахскую ССР приходится 61 млн. *га* (рис. 14).

Водные ресурсы этой части территории СССР по среднему году составляют порядка 900 $км^3$, из них практически может быть использовано (после зарегулирования) для водообеспечения народного хозяйства, по оценкам ряда авторов, около 450 $км^3$. Это объясняется прежде всего тем, что в связи с колебаниями речного стока из года в год и внутри года возможность практического использования его без регулирования в данной зоне в целом не превышает 20—30%. Регулирование же стока, обычно обеспечивающее практическое использование около двух третьих объема речного стока, в обжитых районах в крупных масштабах развивать в большинстве случаев нецелесообразно ввиду возможности затопления при этом больших площадей земель, пригодных для сельскохозяйственного освоения, ценных природных ре-

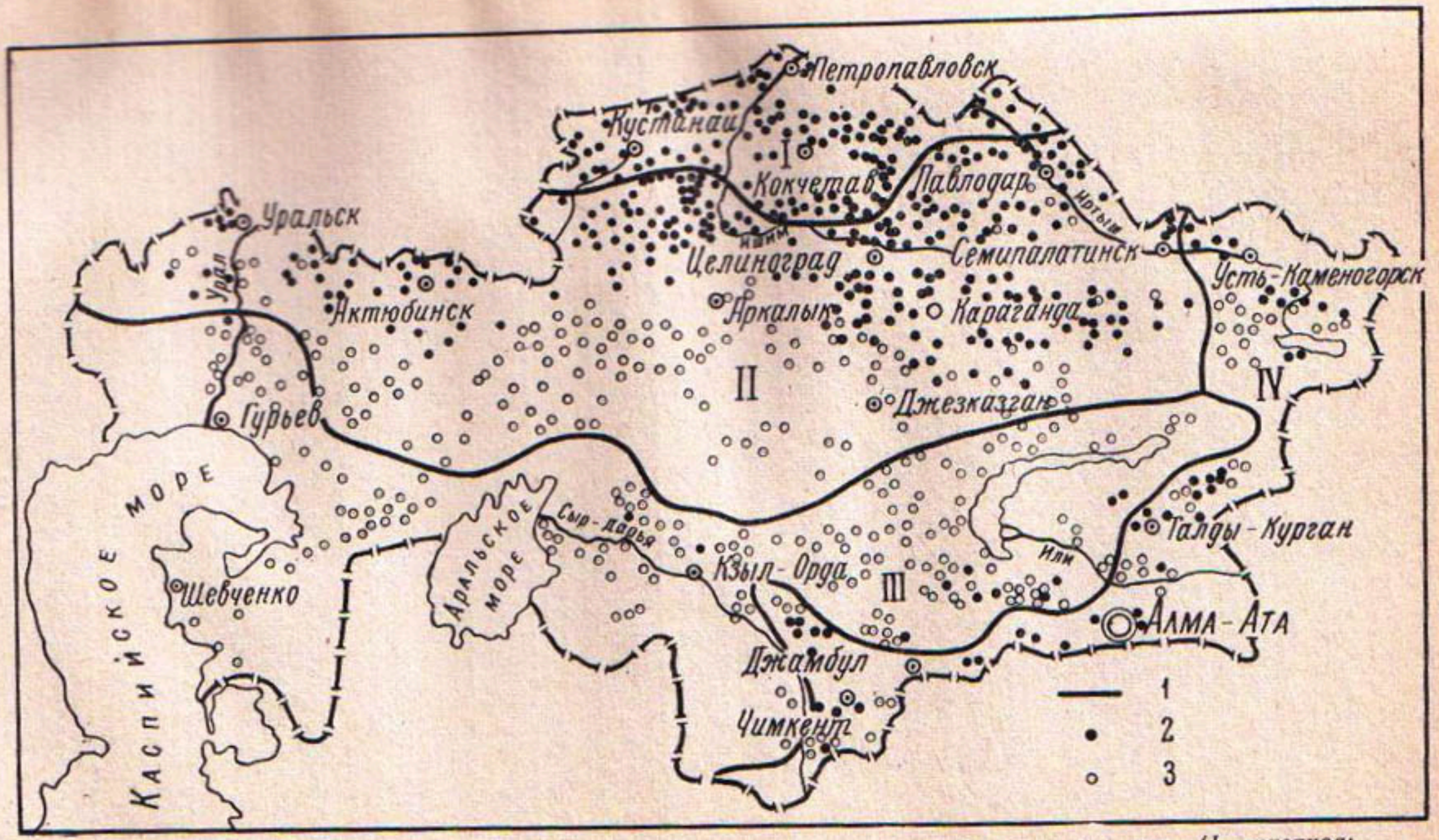


Рис. 14. Природные зоны и пахотнопригодные земли Казахстана. *1* — границы зон (*I* — степная; *II* — сухостепная, *III* — пустынная, *IV* — горная); *2* — освоенные земли; *3* — пригодные для орошения.

сурсов (месторождений полезных ископаемых, лесов и т. п.), а также различных народнохозяйственных объектов.

Указанный объем возможного использования воды (450 $км^3$), как показывают исследования многих научных и проектных организаций, отдельных специалистов, далеко не обеспечивает общей потребности в воде народного хозяйства района в обозримой перспективе. В связи с указанным обстоятельством рациональное использование местных водных ресурсов, перераспределение речного стока в пределах отдельных регионов, максимальное использование подземных вод и привлечение водных ресурсов извне является важнейшей задачей водного благоустройства засушливых зон страны.

В свете изложенного составление водохозяйственного баланса (ВХБ) в глобальном плане как по рассматриваемому району в целом, так и по отдельным его частям для различных этапов развития народного хозяйства представляет вопрос большой государственной важности.

Разработка и составление ВХБ позволяет наиболее полно представить всю проблему и правильно определить стратегические задачи в области обеспечения народного хозяйства водными ресурсами. Этой проблемой в целом и ее отдельными аспектами в последнее время занимаются многие организации. В настоящее время она наиболее полно охвачена проработками Гидропроекта и КазНИИ энергетики Минэнерго СССР и Союзводпроекта Минводхоза СССР.

Наши проработки по основным вопросам водохозяйственного баланса засушливой территории страны в целом, а также срединного региона, и в частности Казахстана, базируются на материалах этих организаций и расчетах отдельных специалистов.

Водохозяйственный баланс любого района, как известно, состоит из двух неотъемлемых частей, а именно: приходной и расходной.

Приходная часть — располагаемые водные ресурсы — может быть определена с достаточной для перспективного проектирования точностью. Этого, к сожалению, нельзя сказать в отношении расходной части баланса. Прогноз последней — водопотребления — на длительный период времени связан с оценкой перспектив развития основных отраслей народного хозяйства и их взаимосвязей, технического прогресса, в частности, в водном хозяйстве. Решение этих вопросов зависит от многих сложных факторов. Оценка и учет их при определении объемов водопотребления по этапам

развития народного хозяйства, таким образом, представляют большую трудность. Поэтому расчетные данные по водопотреблению, а следовательно, и конечные результаты сопоставляемых водохозяйственных балансов будут носить вероятностный характер.

Потребность Советского Союза в сельскохозяйственной продукции из года в год стремительно растет и, по некоторым прогнозным данным, к 2000 г. должна увеличиться примерно в 3—4 раза. Даже при условии сохранения современного темпа ежегодного прироста сельскохозяйственной продукции, что, вероятно, будет минимальным для перспективы, валовой сбор ее к 2000 г. должен увеличиться в три раза по сравнению с уровнем, достигнутым к 1970 г.

В настоящее время в стране производится примерно 8 центнеров зерна на человека в год. Специалисты полагают, что в будущем эта цифра должна составить не менее одной тонны, причем удельный вес пшеницы составит около 40%. Разумеется, в крупных масштабах будет развиваться и производство хлопка-сырца, сахарной свеклы, льна, фруктов, ягод, овощей и всех видов продукции животноводства.

В данное время общая площадь посевов в стране составляет около 225 млн. *га*, или около 22% от площади посевов в мире. Площадь посевов на 1 человека к началу XXI века, по прогнозным данным ряда авторов, в СССР составит примерно 0,7 *га* против 0,9 *га* в настоящее время. В этой связи уместно отметить, что во всем мире посевная площадь на душу населения составляет около 0,25 *га*, а в странах Восточной Европы — менее 0,5 *га*. Как видно, наша страна в указанном отношении находится в более благоприятных условиях.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур, а также продуктивности животноводства должно быть главным направлением технического прогресса в сельскохозяйственном производстве.

В прошедшее тридцатилетие рост продукции земледелия шел преимущественно за счет увеличения посевных площадей и лишь незначительно за счет повышения урожайности. Так, производство хлопка-сырца в СССР за это время возросло в 3 раза, причем за счет увеличения урожайности только на 33%. Аналогично по зерновым культурам сбор увеличился в 2 раза, в том числе за счет роста урожайности лишь на 35%.

Основа повышения урожайности всех культур — улуч-

шение технологии и интенсификация земледелия, выведение и использование новых сортов, обладающих высокой урожайностью и ценными питательными качествами. Некоторые специалисты в области сельского хозяйства считают, что при условии нормального увлажнения указанными мероприятиями к 2000 г. можно достичь по стране в целом следующей урожайности: для зерна колосовых культур — 50—80 *ц*, кукурузы — до 100, корней сахарной свеклы — 400—500, картофеля — 250, хлопка-сырца — 40—50, винограда — 200, яблок — 400 *ц* с одного гектара.

Достижение указанных величин урожайности, разумеется, прежде всего возможно при условии водного благоустройства в засушливой зоне страны, в частности, территориального перераспределения водных ресурсов. При этом наиболее крупным мероприятием является переброска части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию и северных рек — в бассейны Каспийского и Азовского морей.

Как это подробно изложено в главе III, общий прогнозируемый период условно разбит нами на три этапа развития народного хозяйства. Для определения перспективного объема водопотребления по стране с большой условностью принимаются следующие исходные предположения.

1. Прирост продукции сельского хозяйства на рубеже XX—XXI веков по сравнению с 1970 г.: зерна — в 1,8 раза, хлопка-сырца — в 2 раза, сахарной свеклы — в 1,5 раза, картофеля — в 1,8 раза, мяса — в 2,4 раза и шерсти — в 2 раза.

2. Площадь регулярно орошаемых земель к концу XX века, по сравнению с достигнутым в 1970 г. уровнем, увеличится в 2,5—3 раза.

3. Валовая продукция всех отраслей промышленности (в денежном выражении) по сравнению с 1970 г. возрастет на I этапе примерно в 2 раза, на II этапе — в 3,5 раза, а на III этапе — в 6 раз.

4. Соотношение между ростом водопотребления в промышленности СССР и США на перспективу принято равным 2,6, а среднегодовых темпов роста производства промышленной продукции — 2,7 и сельскохозяйственной — 3,0.

Перспективный объем водопотребления Гидропроектом определен по следующим трем методам:

— прямой счет по укрупненным нормам водопотребления;

— экстраполяция данных характера водопотребления за прошлый период на будущее;

— анализ роста обобщенного показателя водопотребления (отнесенного на одного жителя и др.).

По первым двум методам можно определить общий объем водопотребления как отдельных отраслей народного хозяйства, так и всех их вместе взятых.

На основе анализа и сопоставления полученных результатов по этим трем методам выявлен диапазон, в пределах которого будут находиться значения искомых величин водопотребления.

По материалам Г. Г. Гангардта, производившего соответствующие расчеты по указанным выше трем методам, можно представить следующие значения прироста безвозвратного водопотребления в стране (таблица 36 в % к 1970 г.).

Таблица 36

Метод расчета	Этапы развития		
	I	II	III
Прямой счет			
а) максимальный вариант*	140	170	260
б) минимальный вариант*	130	140	200
Экстраполяция по основным отраслям	140	200	270
По удельному водопотреблению на 1 жителя	130	170	230

* Максимальные и минимальные варианты отвечают доведению площади орошения в стране на III этапе развития народного хозяйства соответственно до 40 и 27 млн. *га*.

Из данных таблицы 36 следует, что суммарный объем безвозвратного водопотребления на III этапе может возрасти против 1970 г. в 2,0—2,7 раза, т. е. в среднем в 2,3 раза. Расхождения значений приростов объемов потребления воды по различным методам (диапазон колебаний искомых данных) составляет около 30%, что следует признать закономерным для прогнозных расчетов на довольно отдаленную перспективу.

Анализ материалов проектных разработок показывает, что в настоящее время имеет место следующее распределение безвозвратного водопотребления между основными отраслями народного хозяйства: сельское хозяйство (орошение и водоснабжение) и промышленность (включая теплоэнергетику) — 80%, коммунальное хозяйство — 3%, остальные отрасли хозяйства (включая потери на испаре-

ние с поверхности водохранилища) — 17%. В прогнозных расчетах до конца XX века эти распределения в целом можно оставить без изменения.

Динамика безвозвратного водопотребления в СССР (в % к 1970 г.) по основным отраслям народного хозяйства, определенная методом экстраполяции, приводится в таблице 37.

Таблица 37

Водопотребители	Этапы развития		
	I	II	III
Коммунально-бытовое хозяйство	170	240	320
Тепловые электростанции	220	350	500
Промышленность	200	290	350
Сельское хозяйство	140	200	260
По всем отраслям	140	200	270

Для сравнения в таблице 38 приведены аналогичные данные для США.

Таблица 38

Водопотребители	Этапы развития		
	I	II	III
Коммунально-бытовое хозяйство	130	170	210
Тепловые электростанции	150	300	450
Промышленность	120	160	200
Сельское хозяйство	120	130	130
По всем отраслям	120	130	150

Как видно, темпы роста объема безвозвратного водопотребления в СССР на уровне III этапа по основным отраслям народного хозяйства в целом в 1,5—2 раза выше, чем в США. Обобщенное значение удельного безвозвратного водопотребления (на одного жителя) в СССР будет расти с 600 *м*^{3}/*год* в 1970 г. до 1000 *м*^{3}/*год* на III этапе, тогда как в США оно за это время остается почти неизменным, составляя около 550 *м*^{3}/*год*. Такое опережение объясняется тем, что

а) в СССР за это время возрастут более чем в 2,6 раза удельные нормы водопотребления на коммунально-бытовые нужды, тогда как в США их рост предусматривается всего лишь на 10%;

б) темпы роста народного хозяйства СССР будут в 2—2,5 раза выше, чем в США;

в) потребление воды в сельском хозяйстве возрастет в СССР в 3 раза, тогда как в США — в 1,3 раза.

По данным прогнозных расчетов проектных организаций (Гидропроект, В/О Союзводпроект), из общего объема безвозвратного водопотребления на долю сельского хозяйства приходится около 90%. В этой отрасли вода главным образом расходуется на орошение, на долю которого в настоящее время приходится 63% общего объема безвозвратного водопотребления, в перспективе он возрастет до 70% и более. Следовательно, всякое водное благоустройство вызывается прежде всего нуждами ирригации.

По данным И. А. Герарди, в зоне недостаточного естественного увлажнения вероятность сухих и сильно засушливых лет составляет на севере 33% и на юге — до 100%, а общий недостаток воды для зерновых культур в среднесухой год составляет 46—48% в северной, 65—68% в степной и 80—83% в сухостепной частях зоны. В полупустынных и пустынных районах в результате недостатка влаги в среднем 3 года из 10 являются неурожайными.

На значительной территории зоны недостаточного естественного увлажнения урожай пшеницы очень низкий и зачастую не превышает 6—7 *ц* с гектара, что, разумеется, нельзя признать нормальным, экономически допустимым.

В зоне недостаточного увлажнения и впредь будет размещаться большая часть посевов зерновых культур. Как показывают проработки И. А. Герарди, в обозримой перспективе все посевы кукурузы на зерно и свыше 60% посевов пшеницы и ячменя будут размещаться в указанной части страны.

Интенсификация сельскохозяйственного производства в конечном счете сводится к повышению урожайности всех полеводческих культур, особенно зерновых, и продуктивности животноводства. В значительной мере она может быть решена путем повышения культуры земледелия, широкой мелиорации земель, всесторонней механизации и химизации сельского хозяйства. Эти направления технического прогресса в данной области материального производства сохранятся и в будущем на прогнозируемую перспективу.

Повышение культуры земледелия (обработка почв, уход за посевами, повышение уровня селекционно-семеноводческих работ и др.), химизация и механизация сельского хозяйства, безусловно, дадут многое, тем более, что в этом направлении далеко еще не все сделано. Однако кардинальное повышение урожайности сельскохозяйственных культур невозможно без достаточного их водообеспечения.

Эффективность вносимых минеральных удобрений при недостатке влаги сильно снижается. По данным И. А. Герарди, она составляет на 64% посевной площади 55%, на 40% площади — 25% от их практических возможностей.

По данным В/О Союзводпроекта, ресурсы дополнительных земель, пригодных под пашни для выращивания сельскохозяйственной продукции без специальных мелиораций, в стране составляют всего 2,5—3 млн. *га*.

Из общей территории СССР 2227,5 млн. *га* сельскохозяйственные угодья составляют 608 млн. *га*, из них пашни — 225 млн. *га*, естественные сенокосы — 40 млн. *га*, пастбища — 275 млн. *га* и прочие — 69 млн. *га*, следовательно, три четверти территории страны непригодны для земледелия — это тундры, пустыни, леса. По состоянию на первое января 1971 г. из общего количества сельхозугодий 546 млн. *га*, закрепленных за сельскохозяйственными предприятиями и хозяйствами, на долю РСФСР приходится 40,6%, Казахстана — 33,6%, Украины — 7,8%, Туркменистана — 5,6%, Узбекистана — 4,6% и всех остальных 10 республик — 7,8%. Следовательно, три четверти всех сельскохозяйственных угодий находится в РСФСР и Казахстане. При этом в республиках Средней Азии и Казахстане — почти половина.

Дальнейший прирост пашни и увеличение продуктов земледелия возможны только при условии осуществления в широких масштабах оросительных и осушительных мелиоративных работ.

Общая площадь земель, пригодных для орошения без сложных мелиораций, составляет в стране порядка 140 млн. *га*, из которых 92 млн. *га*, или 66%, находятся в срединном регионе, а именно: в Западной Сибири (без бассейна Енисея) — 5, Казахстане — 61 и республиках Средней Азии — 26 млн. *га*. Кроме того, в Западной Сибири имеется около 40 млн. *га* пригодных для земледелия площадей, требующих осушительных мелиораций, и порядка 20 млн. *га* заболоченных лесов и лугов. Земель, пригодных под земледельческое освоение в настоящее время, в стране

около 63 млн. *га*. Они находятся, главным образом, в засушливых районах. На севере, северо-западе и Дальнем Востоке Советского Союза, кроме того, имеются огромные массивы заболоченных земель, общая площадь которых составляет более 150 млн. *га*, в том числе около 50 млн. *га* — сельскохозяйственные угодья.

В СССР и за рубежом накоплен большой опыт по осушению переувлажненных почв и освоению их как продуктивных угодий, дающих довольно высокие урожаи зерновых, кормовых и других культур. В связи с этим в нашей стране уделяется большое внимание мелиорации избыточно увлажненных и заболоченных земель. В прогнозных расчетах предполагается рост площади осушенных земель на I этапе в 3 раза, на II этапе — в 5 раз и на III этапе — в 7 раз против современного уровня.

По прогнозным расчетам И. А. Герарди, для обеспечения потребностей страны в сельскохозяйственных продуктах общая площадь посевов на уровне 2000 г., должна быть доведена до 90—102 млн. *га*, из них на орошаемых — 40—45 млн. *га* (в том числе 14—15 млн. *га* под кормовые культуры) и на осушенных землях — 50—57 млн. *га*.

В прогнозных проработках Г. Г. Гангардта площадь орошаемого земледелия на указанном выше уровне принимается порядка 38—44 млн. *га*, в том числе под кормовые культуры — 12—14 млн. *га*, а площадь осушения — до 50 млн. *га*.

Гидропроектом и ИВП АН СССР рекомендуется при прогнозных расчетах принимать следующие средние по СССР удельные нормы водопотребления на орошение 1 *га*: 7000 $м^3$ в 1990 г. и 6600 $м^3$ в 2000 г. против 11 тыс. $м^3$ в настоящее время и повышение к. п. д. ирригационных систем с 0,62 в настоящее время до 0,85 в конце XX века.

При современном уровне исследованности и проектной разработанности вопроса, в основном по данным В/О Союзводпроекта, можно представить следующий объем безвозвратного водопотребления всеми отраслями народного хозяйства: в 1970 г.— 160 $км^3$, на I этапе — 230, на II этапе — 320 и на III этапе — 430 $км^3/год$. Примерно такое же количество воды потребуется для поддержания благоприятного уровенного и солевого режима внутренних морей, для организации нерестилищ, создания судоходных глубин и поддержания санитарного состояния водоемов и рек. Следовательно, общий объем безвозвратного водопотребления составит на III этапе порядка 870 $км^3/год$.

Размер безвозвратных отъемов пресной воды на рубеже XX и XXI веков Гидропроектом оценивается по бассейнам внутренних морей в следующих размерах: Азовского — 25, Каспийского — 100, Черного — 60 и Аральского — 100 *км³/год*.

Водохозяйственный баланс, составленный Гидропроектом в разрезе основных речных бассейнов, показывает, что уже на II этапе почти во всех бассейнах рек обжитой части страны появится дефицит в воде. Размеры дефицита определены для уровня II этапа 35 и 60 *км³/год* соответственно при 75 и 95% обеспеченности. Дефицит в водных ресурсах на III этапе в среднемаловодные годы (75%) при варианте доведения площади орошения в стране до 40 млн. *га* оценивается в 150 *км³/год*, в которые включены санитарные, рыбохозяйственные и транспортные попуски.

При оценке объема стока, необходимого для переброски в засушливые и дефицитные по воде части страны, разумеется, следует учитывать и необходимое количество воды для поддержания благоприятного режима морей (Каспийского, Аральского и др.), очень важных для народного хозяйства, а также неизбежные потери на трассах переброски и в водохранилищах.

ПРОГНОЗНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ СССР

По гидрологическим и водохозяйственным признакам в пределах европейской части территории СССР (ЕТС) следует выделить северный склон со стоком рек в Белое, Баренцево и Балтийское моря и южный склон, сток которого поступает в Азовское, Черное, Каспийское моря.

В пределах южного склона европейской части Союза проживает 90% населения, находится основная часть промышленности и 94% пашни всей европейской части СССР. Однако южный склон располагает только 45% водных ресурсов района и здесь на одного жителя приходится лишь около 3 тыс. *м³* воды в год против 19 тыс. *м³* в среднем по стране.

В данной зоне Союза имеются большие перспективы для широкого развития всех отраслей народного хозяйства, в особенности таких из них, которые требуют относительно

большого количества водных ресурсов — поливное земледелие, рыбное хозяйство и др.

Европейская часть СССР располагает значительными водными ресурсами — сток среднего года составляет около 1000 *км*³, однако по территории он распределен крайне неравномерно. Распределение водных и земельных ресурсов ЕТС между указанными частями приведено в таблице 39.

Таблица 39

Наименование	Единица измерения	Северный склон	Южный склон
Площадь водосбора	млн. *км*²	1,6	3,3
Площадь сельскохозяйственных угодий	млн. *га*	22,6	215
в том числе пашни	млн. *га*	92,6	133
Среднемноголетний сток	*км*³/*год*	503	410
То же, на 1 *км*²	тыс. *м*³	313	125
То же, на 1 чел.	тыс. *м*³	25,0	3,0

Подземные водные ресурсы ЕТС хотя и значительны, однако степень их практического использования в настоящее время невелика (около 15 *км*³/*год*). Это объясняется, с одной стороны, крайне низкой разведанностью подземных вод (3,5% от ресурсов пресных подземных вод в целом по СССР), а с другой — рассредоточенностью их по территории и высокой стоимостью извлечения.

Помимо промышленности и сельского хозяйства, значительные требования к водным ресурсам предъявляют также транспорт, рыбное хозяйство и другие отрасли. Это определяет необходимость осуществления в ближайшие годы мероприятий по переброске стока в пределы южного склона ЕТС.

В настоящее время безвозвратное потребление воды на европейской территории Союза составляет около 60 *км*³/*год*, причем практически весь этот объем относится к ее южному склону (в том числе по Каспийскому и Азовскому морям — 47 *км*³/*год*). Около половины безвозвратного водопотребления приходится на орошаемое земледелие.

Интенсивное использование водных ресурсов рек ЕТС оказывает серьезное влияние на водный, солевой и гидробиологический режимы внутренних морей и, как следствие, на функционирование непосредственно связанных с ними отраслей водного хозяйства.

Азовское море имеет очень важное значение в народном хозяйстве страны как один из наиболее рыбопродуктивных морских водоемов и как очень важный источник химического сырья (хлористого натрия, окиси магния, брома и др).

В бассейне Азовского моря водохозяйственное строительство на впадающих в него реках (Дон, Кубань и др.) сказывается прежде всего на рыбном хозяйстве.

Азовское море в недавнем прошлом отличалось самой высокой удельной рыбопродуктивностью в мире, которая обусловливалась небольшой соленостью моря (10—12‰), хорошей прогреваемостью (в силу малых глубин), значительной мутностью воды и, что особенно важно, большим количеством биогенов. Наибольшие уловы, в которых до 50% составляли ценные осетровые, судак и другие, были в довоенные годы.

В последнее время как общие уловы, так и уловы ценной рыбы значительно сократились. Это вызвано ухудшением условий естественного размножения рыб: отсечением гидроузлами нерестилищ проходных рыб (со снижением площадей и частоты их затопления) в низовьях Дона, Кубани в результате аккумуляции в водохранилищах весеннего стока, загрязнения рек неочищенными промышленными и коммунальными стоками, а также изъятием речных вод орошаемым земледелием и другими водопотребителями.

Каспийское море является крупнейшим в мире бессточным водоемом, площадь акватории которого в настоящее время (при отметке минус 28,5 *м*) составляет 380 тыс. *км*^{2}. Бассейн этого моря очень богат минерально-сырьевыми ресурсами для промышленного развития и земельными фондами для производства разнообразной сельскохозяйственной продукции и является наиболее густонаселенной и развитой в индустриальном отношении территорией европейской части СССР. Достаточно сказать, что здесь проживает около 27% населения страны, выпускается порядка 60% валовой промышленной и около 25% сельскохозяйственной продукции страны, находится значительная часть всех сельхозугодий Союза и имеются большие возможности для развития поливного земледелия. Волго-Каспийская водная система имеет большое значение в воспроизводстве рыбы и повышении уловов ее, особенно ценных — осетровых. В настоящее время на долю этой системы приходится более 60% рыбы, добываемой во внутренних водоемах страны, в том числе почти вся союзная добыча осетровых рыб. Каспий-

ское море — единственное в мире, где сохранилось большое стадо осетровых.

Общий объем воды, поступающей в Каспийское море, оценивается в среднем за многолетие в 390 *км*³/*год*, из них 315 *км*³ за счет стока рек: Волги — 80%, Куры, Урала, Терека и Сефно-Руда (Иран) — около 14% и всех остальных рек — 6%. Все это расходуется на испарение с его поверхности. Слой испарения в среднем составляет 970 *мм* в год. Неравномерность (многолетняя и внутригодовая) поступления воды и испарения обусловливает колебания его уровня со всеми вытекающими отсюда последствиями.

В результате климатической аномалии в бассейн Каспийского моря значительно уменьшился сток, за период 1929—1946 гг. уровень моря снизился на 2,7 *м* против среднемноголетнего его положения. При этом акватория Каспийского моря уменьшилась на 33 тыс. *км*², главным образом в северной части, наиболее ценной для рыбного хозяйства.

Последующее увеличение естественного стока речных вод в бассейне Каспийского моря сопровождалось ростом безвозвратного изъятия водных ресурсов (до 35 *км*³/*год* в настоящее время), что обусловило стабилизацию уровня моря на современных отметках. Уловы ценных видов рыбы при этом продолжали снижаться из-за ухудшения условий естественного воспроизводства их в результате гидротехнического строительства в бассейне Волги и изменения режима ее стока, загрязнения рек и моря, особенно отходами химической и нефтяной промышленности.

Бурное развитие промышленности и сельского хозяйства (в особенности поливного земледелия) приведет к интенсивному росту объема безвозвратного водопотребления из рек, впадающих в Каспий. Таковое, по прогнозу отдельных специалистов, увеличится на I этапе в 1,4, на II — в 1,8 и на III этапе — в 2,2 раза против уровня 1970 г. При указанных темпах водопотребления, если не предпринимать кардинальных мер, сильно нарушится солевой и уровенный режим Каспия и будет нанесен ощутимый ущерб рыбному хозяйству моря. В этом отношении основным мероприятием является пополнение водных ресурсов его стоком северных рек через Волгу.

В бассейне реки Урал в настоящее время имеется дефицит водных ресурсов в размере 1,7 *км*³/*год*. В связи с дальнейшим ростом безвозвратного потребления в ее бассейне резко снизится рыбопродуктивность в низовьях реки. По-

крытие этого дефицита возможно путем дополнительного подпитывания водой Волги (сверх необходимого для орошения) по трассе уже строящегося оросительно-обводнительного канала Волга — Урал.

В перспективе намечается значительное увеличение безвозвратного водопотребления в бассейнах Каспийского и Азовского морей. Это, главным образом, вызывается значительным увеличением площади орошаемого земледелия. Так, по прогнозным расчетам И. А. Герарди, таковая составит 4,7 млн. *га* на II этапе и 12 млн. *га* на III этапе, а объем безвозвратного водопотребления, с учетом потребности других отраслей народного хозяйства,— соответственно 75 и 133 *км*^{3}/*год*. Кроме того, необходимо довольно большое количество воды на нужды энергетики, водного транспорта и для поддержания гидрохимических и гидробиологических условий, а также уровенного режима Каспийского и Азовского морей.

В результате составления водохозяйственного баланса выявлен большой объем дефицита в водных ресурсах, для покрытия которого И. А. Герарди определен необходимый объем переброски стока в бассейн Волги из других районов (северных рек) в размере 50 *км*^{3}/*год* на II этапе и 100 *км*^{3}/*год* на III этапе.

По оценке Г. Г. Гангардта, безвозвратные отъемы речного стока в бассейнах Каспийского и Азовского морей (в % по отношению к 1970 г.) возрастут заметно меньше, чем предполагает И. А. Герарди (таблица 40).

Таблица 40

Бассейны морей	Расчетные этапы развития		
	I	II	III
Каспийское . . .	140	180	220
Азовское	170	220	270

И. А. Герарди считает, что безвозвратные отъемы воды будут значительно выше и на III этапе, по сравнению с 1970 г. по бассейнам указанных двух морей они увеличатся в 3,5 раза.

По проработкам Гидропроекта и Института водных проблем АН СССР, объем переброски стока в бассейн Волги для компенсации дефицита воды на уровне III этапа составит порядка 50—70 *км*^{3}/*год*.

Как следует из сказанного, в вопросах оценки роста объема безвозвратного водопотребления в бассейнах Каспийского и Азовского морей и необходимого объема переброски стока северных рек нет еще единого мнения и вопрос нуждается в подробной разработке.

ПРОГНОЗНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБЩЕГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА СРЕДИННОГО РЕГИОНА СССР

Срединный регион СССР включает территорию в следующих границах: на западе — Урал и Каспий, на севере — Ледовитый океан, на востоке — река Енисей. На юге он граничит с Ираном, Афганистаном и КНР. На его территории находятся Западно-Сибирский и частично Уральский экономические районы, а также Казахская, Узбекская, Киргизская, Таджикская и Туркменская ССР.

Площадь региона составляет более 640 млн. *га,* или около трети территории Союза. По численности населения он занимает почти такой же удельный вес.

Регион располагает примерно 300 млн. *га* сельхозугодий, или 50% общесоюзных. На его территории сосредоточены основные перспективные поливные площади страны, которые отличаются высоким потенциальным плодородием и обилием солнечного тепла. При условии их орошения и правильного хозяйственного освоения они могут дать большой объем очень ценной сельхозпродукции, которую невозможно получить в более северных зонах Союза (хлопок, рис, виноград и др.). Из орошаемой в 1974 г. по СССР площади 12 млн. *га* на долю региона приходится около 6,5 млн. *га.*

Суммарная площадь земель, пригодных для орошения, без учета массивов, требующих проведения сложных мелиораций, оценивается по региону примерно в 90 млн. *га,* что составляет около двух третей таких земель по Союзу в целом.

Площадь земель, которые могут быть введены в сельскохозяйственный оборот после осушения в регионе (главным образом, в Западной Сибири), составляет примерно 40 млн. *га.*

В пределах Западной Сибири расположены огромные

лесные массивы — до 100 млн. *га*. Здесь также имеются большие возможности для развития рыбного хозяйства и пушного промысла.

Недра региона таят в себе значительные минеральные ресурсы: нефть и газ, уголь, руды цветных металлов и другие полезные ископаемые. В Западной Сибири, кроме того, ждут своего применения огромные запасы торфа, составляющие около 30% мировых и 60% общесоюзных ресурсов.

Важнейшим богатством региона являются его водные ресурсы — суммарный сток рек здесь оценивается цифрой 1125 $км^3$ в средний по водности год.

Из сказанного выше следует, что регион располагает огромными природными ресурсами, широкое освоение которых позволит значительно повысить экономический потенциал страны. Однако освоение их идет довольно медленно. Одной из основных причин этого является водная неблагоустроенность территории региона. Так, на зоны избыточного и нормального естественного увлажнения (площадь 2,4 млн. $км^2$) приходится 950 $км^3/год$ речного стока, а на зону недостаточного увлажнения (площадь 4,0 млн. $км^2$) — 175 $км^3/год$. Это значит, что суммарный сток распределен между северной и южной частями региона примерно в соотношении 5 : 1, а по удельным показателям, приведенным к единице площади, как 9 : 1 (нормы годового стока соответственно 400 и 44 *мм*).

Южная часть региона, охватывающая республики Средней Азии и большую часть Казахстана, характеризуется исключительной засушливостью климата и бедностью водных ресурсов, но располагает огромными фондами земель, пригодных для орошаемого земледелия, и весьма благоприятными условиями для выращивания ценных сельскохозяйственных культур.

Средняя часть региона, включающая Северный и Западный Казахстан, Южный Урал, а также юг Западной Сибири, хотя и обладает в общем благоприятными условиями естественного увлажнения почв, однако в результате резкой континентальности климата фактическое увлажнение их является весьма неустойчивым. Поэтому средняя за многолетие урожайность зерновых культур здесь в 2—3 раза ниже, чем в условиях нормального естественного увлажнения.

Северная часть региона, охватывающая большую часть Западно-Сибирской низменности, страдает

от переувлажнения и заболоченности земель, вследствие чего сельское хозяйство может эффективно использовать лишь небольшую часть имеющегося здесь земельного фонда.

Казахстан и республики Средней Азии образуют наиболее крупный регион Советского Союза, где имеются большие массивы засушливых плодородных земель, которые при условии орошения могут быть использованы для производства большого объема сельскохозяйственной продукции.

По оценкам климатологов, в данном регионе с севера на юг быстро нарастает продолжительность теплого периода года, увеличивается сумма тепла и повышается потенциальная продуктивность климата, что можно проследить по данным таблицы 41.

Таблица 41

Районы	Сумма температур (за период с температурами больше 10°)	Потенциальная продуктивность климата при орошении, *ц/га* зерновых культур
Юг Западной Сибири	1600	—
Северный Казахстан	2300	32
Восточный Казахстан	2300	32
Центральный Казахстан	3100	50
Юго-Восточный Казахстан	3400	56
Южный Казахстан	4000	67
Западный Казахстан	3400	56
Узбекская ССР	4300	72
Туркменская ССР	5000	85

Потенциальная продуктивность климата северных областей Казахстана (Северо-Казахстанская, Кокчетавская, Кустанайская, Целиноградская и Павлодарская) при искусственном орошении приближается к продуктивности наиболее развитых стран Западной Европы, а в других районах Казахстана и Средней Азии превосходит ее в 1,5—2,5 раза.

Относительная продуктивность климата (за единицу принята продуктивность лучших районов Южной Украины и Молдавии) рассматриваемой зоны является еще более высокой и составляет, по данным В. М. Боровского, для Таджикистана и Туркменистана 1,7, Узбекистана — 1,34, Западного и Юго-Восточного Казахстана — 1,12, Центрального Казахстана — 1,0, Северного Казахстана — 0,64. Для

сравнения укажем, что этот показатель в Ставропольском крае и Ростовской области — 1,08 и в Краснодарском крае — 1,16. Такие высокие показатели относительной продуктивности климата объясняются большим напряжением солнечной радиации и преимуществами континентального климата указанных районов.

Фактором, ограничивающим продуктивность сельского хозяйства на громадной территории срединного региона СССР, является недостаток атмосферного увлажнения. Коэффициент естественной увлажненности — отношение годового количества осадков к годовой сумме испаряемости — изменяется здесь в очень больших пределах. Значения его зависят от ландшафтно-географических условий и составляют: в зоне тайги (Западно-Сибирская низменность) — 1,40, лиственной — 0,7—0,8, лесостепной — 0,5—0,6, степной — 0,4—0,5, полупустынной — 0,3—0,4, пустын-

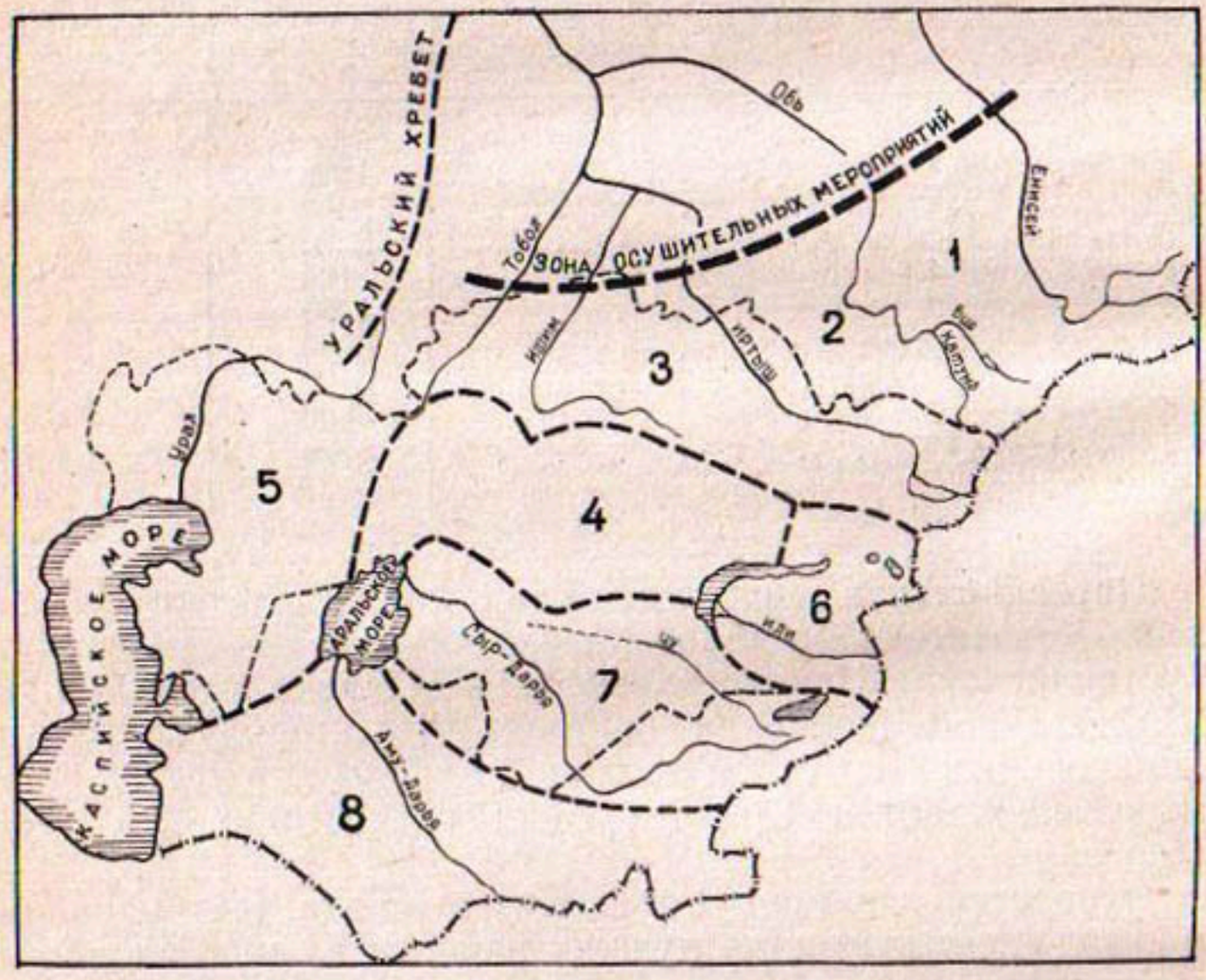


Рис. 15. Схема районирования Казахстана и прилегающих к нему территорий. *1* — Енисей-Обское междуречье; *2* — Обь-Иртышское междуречье; 3 — левобережье Иртыша; *4* — Центральный Казахстан; *5* — Западный Казахстан; *6* — Юго-Восточный Казахстан; *7* — бассейн Сырдарьи; *8* — бассейн Амударьи.

ной — до 0,05. Значения этого коэффициента по водохозяйственным районам рассматриваемой зоны колеблются в следующих пределах: в Восточно-Казахстанском — от 0,15 на равнинах до 0,9 в предгорных районах, Юго-Восточном — от 0,06 (равнина) до 0,3 (в предгорьях), Южном — от 0,06 (равнина) до 0,12 (предгорья), Западном — от 0,07 до 0,14, Центральном — 0,1—0,15, Северном — 0,2—0,32. В равнинных районах бассейнов рек Амударьи и Сырдарьи значение указанного коэффициента снижается до нуля.

Казахским НИИ энергетики (Н. С. Калачев) проведено водохозяйственное районирование ВХР территории срединного региона страны (рис. 15). В основу такого районирования положены определенные, довольно объективные предпосылки, указанные в главе II.

Районы 1, 2, 3 представляют собой область возможного развития межбассейновых водных трактов, а 4, 5, 6, 7, 8 — группу основных водопотребляющих районов.

Распределение пахотнопригодных земель и местных поверхностных вод в зоне основного водопотребления и обводнения региона в разрезе отдельных ВХР характеризуется данными таблицы 42.

Таблица 42

Водохозяйственные районы	Площади, пригодные для орошения, млн. *га*	Ресурсы поверхностных вод, *км³/год*			
		всего (среднемноголетний сток)	отъемы в сопредельных районах	попуски в низовые районы	возможные к использованию при регулирован. (с обеспеч. 75%)
Северный и Восточный Казахстан.	24,6	39,2	3,0	11,9	19,5
Центральный Казахстан . . .	14,6	не учитывается			—
Западный Казахстан	8,5	12,6	8,2	1,3	1,7
Юго-Восточный Казахстан. . .	4,2	25,8	1,5	1,6	20,5
Бассейн Сырдарьи (включая реки Чу, Талас и др.)	12,8	41,7	—	2,2	38,6
Бассейн Амударьи (включая реки Зеравшан, Кашкадарья и др.) .	13,5	77,8	5,0	4,4	66,4
	78,2	197,1	—	—	146,7

Как видно из таблицы, земельный фонд рассматриваемой территории (пригодный для орошения) составляет 78,2 млн. *га,* а ресурсы поверхностных вод равны

197,1 млрд. *м³/год,* из них возможные к практическому использованию (при обеспеченности 75%) 146,7 млрд. *м³/год.*

Земли региона, пригодные под орошаемое земледелие, расположены в различных высотных зонах — в пределах отметок от 50 до 1000 *м* и выше над уровнем моря. Большую часть водных ресурсов сибирских рек можно забирать в створах, расположенных на сравнительно низких высотных отметках. Переброска стока с насосным подъемом воды на значительную высоту, как правило, требует больших капитальных вложений и эксплуатационных издержек. В связи с этим может оказаться экономически нецелесообразно орошение земель, расположенных на более высоких отметках. Поэтому объем перебрасываемого стока зависит не только от размера, но и высотного положения возможных площадей орошения. Ниже, в таблице 43, даются площади орошения в основной зоне поливного земледелия срединного региона СССР по высотным зонам (млн. *га*).

Таблица 43

Водохозяйственные районы	Высотные отметки, абс. *м*						
	более 700	750—500	500—300	300—200	200—100	до 100	всего
Северный и Восточный Казахстан	0,6	2,3	5,3	6,8	8,2	1,4	24,6
Центральный Казахстан	1,2	2,7	4,2	3,5	2,3	0,7	14,6
Западный Казахстан	—	—	0,5	1,8	2,4	3,8	8,5
Юго-Восточный Казахстан	1,9	1,0	1,3	—	—	—	4,2
Бассейн Сырдарьи	2,0	3,7	3,7	1,7	1,3	0,4	12,8
Бассейн Амударьи	1,6	1,4	1,7	2,0	4,2	2,6	13,5
Итого	7,3	11,1	16,7	15,8	18,4	8,9	78,2

Из данных таблицы следует, что почти половина (45%) площади земель расположена на довольно высоких отметках — выше 300 *м*.

На основе подробного анализа распределения водных и земельных ресурсов и экономической оценки целесообразности орошения в отдельных водохозяйственных районах в разрезе высотных зон можно только определить более точный объем переброски стока. Для этой цели необходимо выбрать перспективные оросительные нормы для каждого

района и рассмотреть вопрос о целесообразном уровне развития машинного орошения. К сожалению, в настоящее время эти вопросы детально не разработаны и по ним нет еще твердо установленных мнений. Поэтому при балансовых прогнозных расчетах приходится ориентироваться на современные представления по этим вопросам с учетом вероятных тенденций и исследовать нужные параметры при различных заданных уровнях развития площадей машинного орошения. Такой метод рассмотрения позволит на данном этапе выявить относительные показатели, характеризующие масштабы проблемы при различных расчетных значениях исходных параметров.

Оросительные нормы должны быть определены, разумеется, для каждой культуры в отдельности в разрезе выделенных выше водохозяйственных районов. Величина удельного водопотребления для орошения в каждом ВХР зависит от почвенно-мелиоративных и физико-географических условий, уровня естественной увлажненности и вида сельскохозяйственных культур, которые возможно здесь выращивать. Проведенные в этом направлении соответствующие исследования позволяют сделать некоторые обобщающие выводы и приближенно оценить искомое значение средних оросительных норм по тому или другому водохозяйственному району.

В северном ВХР возможно и целесообразно орошение для получения высоких урожаев зерновых культур, в частности пшеницы, и выращивания некоторых видов технических культур. Район расположен в зоне довольно неустойчивого увлажнения. Здесь оросительная норма будет переменной по годам и составит в среднем, вероятно, для зерновых (пшеница) культур 2000 *м³/га*, а для технических — до 4000 *м³/га*.

В Центральном ВХР также целесообразно выращивать зерновые культуры на поливе, удельная норма водопотребления, вероятно, будет порядка 4000 *м³/га*.

В Восточном ВХР наряду с зерновыми возможно выращивание некоторых видов технических культур; в связи с этим среднеоросительная норма по району будет примерно 4000 *м³/га*.

В Западном ВХР в посевной площади основное место займут зерновые и огородно-бахчевые культуры. Здесь оросительная норма может быть принята в размере 6000 *м³/га*.

В Юго-Восточном ВХР местные условия позволяют выращивать на поливе зерновые, сахарную свеклу и рис.

Средняя оросительная норма по району оценивается 7000 *м³/га*.

В бассейнах Сырдарьи и Амударьи в севообороте ведущее место займут хлопок и рис, средневзвешенные величины оросительной нормы, вероятно, составят соответственно 8000 и 8500 *м³/га* в низовьях этих рек и 7000 и 7500 *м³/га* — в зоне с отметками выше 500 *м*.

Исходя из указанных выше соображений, КазНИИЭ (Н. С. Калачев) для прогнозных расчетов приняты определенные значения оросительных норм в разрезе ВХР и высотных зон, которые приводятся ниже в таблице 44.

Таблица 44

Водохозяйственные районы	Оросительная норма (*м³/га*) для зон с отметками		
	менее 300 *м*	300—500 *м*	более 500 *м*
Северный и Восточный Казахстан	2000	3000	4000
Центральный Казахстан	4000	4000	4000
Западный Казахстан	6000	6000	—
Юго-Восточный Казахстан	—	7000	6500
Бассейн Сырдарьи	8000	7500	7000
Бассейн Амударьи	7500	8000	7500

Водопотребление другими отраслями народного хозяйства — промышленностью, системой коммунально-бытового обслуживания — с определенной условностью принято для Северного, Восточного и Центрального Казахстана равным 15% и для остальных районов — 10% от общего объема водопотребления.

Результаты расчетов для трех выделенных высотных зон сведены в таблицу 45.

Из данных этой таблицы следует, что наибольшее количество пригодных для орошения земель приходится на I высотную зону. Здесь сосредоточено до 43,1 млн. *га*, что составляет 55% всего земельного фонда рассматриваемой территории, пригодного для орошения без сложной мелиорации. Потребность зоны в воде для полива оценивается в 210 млрд. *м³/год* — 46% общей потребности всего региона. Доля потребного объема воды для орошения земель II и III высотных зон составляет соответственно 19 и 24% общей потребности. На прочие отрасли народного хозяйства приходится 11% суммарного объема водопотребления.

Таблица 45

Водохозяйственные районы	Площадь орошения, млн. *га*			Водопотребление, млрд. *м³/год*				
				На орошение			На прочие отрасли	Всего
	I	II	III	I	II	III		
Северный и Восточный Казахстан	16,4	5,3	2,9	32,8	15,9	11,6	10,6	70,9
Центральный Казахстан	6,5	4,2	3,9	26,0	16,8	15,6	10,3	68,7
Западный Казахстан	8,0	0,5	—	48,0	3,0	—	5,7	56,7
Юго-Восточный Казахстан	—	1,3	2,9	—	9,1	18,8	3,1	31,0
Бассейн Сырдарьи	3,4	3,7	5,7	27,2	27,6	39,9	10,6	105,4
Бассейн Амударьи	8,8	1,7	3,0	74,8	13,6	22,5	12,4	123,3
Итого	43,1	16,7	18,4	208,8	86,1	108,4	52,7	456,0

Местные водные ресурсы, разумеется, должны быть использованы в первую очередь для орошения земель в зонах с повышенными отметками. Как показывают расчеты, при условном ограничении машинного водоподъема по всей территории региона отметкой 300 *м* суммарная площадь орошения составит 58,9 млн. *га*, остальные 19,3 млн. *га* земель региона не могут быть охвачены орошением.

При повышении границы машинного водоподъема до отметки 500 *м* суммарная площадь орошения составит 69 млн. *га* и ирригационно не освоенными окажутся 9 млн. *га*.

Полный водобалансовый расчет для всей рассматриваемой территории применительно к трем выделенным зонам дает следующий результат (млрд. $м^3/год$).

Таблица 46

Зоны	Расходная часть	Приходная часть	Дефицит
I	236	28	208
II	98	36	62
III	122	83	39

При определении объема переброски стока сибирских рек следует учитывать также широкое использование ресурсов подземных вод и привлечение в район Западного Казахстана стока Волги.

При современном уровне представления всей проблемы, вероятно, следует ориентироваться на орошение пахотнопригодных земель в пределах первой высотной зоны региона. Потребный объем переброски стока сибирских рек для этой зоны составит около 170 млрд. $м^3$, распределение его по водохозяйственным районам дается в таблице 47.

Таблица 47

Водохозяйственные районы	Объем дефицита	Источники покрытия		
		подземные воды	из Волги	переброска стока сибирских рек
Северный и Восточный Казахстан	32,9	1,6	—	31,3
Центральный Казахстан	30,6	0,5	—	30,1
Западный Казахстан	51,7	2,4	26,0	23,3
Юго-Восточный Казахстан	—	—	—	—
Бассейн Сырдарьи	29,0	3,0	—	26,0
Бассейн Амударьи	63,8	3,5	—	60,3
Итого	208,0	11,0	26,0	171,0

Переброска огромных масс воды в засушливые районы, несомненно, в определенной степени изменит их климатическую обстановку. Это может привести к некоторому увеличению поверхностного стока местных рек и ресурсов подземных вод на всей обводняемой территории. Эти факторы, разумеется, приведут к известному снижению общего объема переброски стока.

ПРОГНОЗНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБЩЕГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА КАЗАХСТАНА

Общий земельный фонд республики под земледельческое освоение без сложных мелиораций составляет 61,0 млн. *га**. Из этого количества в настоящее время используется 35,0 млн. *га*. Кроме того, имеется еще около 25 млн. *га* земель, пригодных для орошения при условии проведения сложных предварительных мелиораций. Следо-

* Сведения по земельному фонду Казахстана и республик Средней Азии нами даются по материалам Института почвоведения АН КазССР за 1965 г. В настоящее время эти фонды институтом уточняются, что может внести некоторые коррективы в соответствующие данные таблиц 42, 45, 48.

вательно, общая площадь земель, которые в перспективе могут быть освоены путем орошения, составляет 86 млн. *га*, или примерно 32% территории республики.

Распределение указанных земельных фондов Казахстана по его водохозяйственным районам приводится в таблице 48 (в млн. *га*).

Таблица 48

Водохозяйственные районы	Общая площадь	Освоено под пашни в настоящее время	Пригодные для орошения		
			без сложных мелиораций	при сложных мелиорациях	всего
Восточный	28,0	2,7	5,8	0,6	6,4
Юго-Восточный	22,4	1,7	4,2	1,3	5,5
Южный	48,5	2,5	9,4	6,6	16,0
Западный	73,7	4,4	8,5	9,6	18,1
Центральный	43,6	11,2	14,6	2,9	17,5
Северный	56,0	13,5	18,8	3,6	22,4
Итого	272,2	36,0	61,3	24,6	85,9

Данные о степени водообеспеченности пахотнопригодных земель Казахстана, не требующих сложных мелиораций, в разрезе отдельных водохозяйственных районов приведены в таблице 49 (в млн. *га*).

Таблица 49

Водохозяйственные районы	Площади, пригодные для орошения	В том числе		
		обеспеченные местным стоком	могут быть обеспечены за счет стока сибирских рек	не обеспеченные водой по экономическим соображениям
Южный	9,4	2,0	3,9	3,5
Юго-Восточный	4,2	2,7	—	1,5
Восточный	5,8	3,3	1,0	1,5
Центральный	14,6	—	11,3	3,3
Северный	18,8	0,6	18,2	—
Западный	8,5	0,4	8,1*	—
Итого	61,3	9,0	42,5	9,8

* В том числе 4 млн. *га* из Волги.

Возможные к использованию местные водные ресурсы Казахстана, как следует из таблицы 49, теоретически достаточны для орошения площади около 9 млн. *га,* или примерно 14,8% всех пахотнопригодных земель, нуждающихся в поливе. Однако орошение такой площади за счет местного стока, вероятно, нереально. Основание к этому — следующие соображения. Все водобалансовые расчеты произведены при предположении, что сток всех рек глубоко зарегулирован, осуществление которого по техническим и экономическим условиям не везде возможно. Следовательно, объем зарегулированного стока, вероятно, будет меньше, чем это принято в расчетах.

Данное обстоятельство может иметь место особенно в Северном, Центральном и Западном, а также в горных и других водохозяйственных районах. Земли, пригодные под орошаемое земледелие в бассейнах тех или иных рек, могут находиться на таком большом расстоянии или высотном расположении, что транспортировать и поднимать туда воду может оказаться экономически явно нецелесообразным. Это заметно ограничит возможность развития орошения и фактическую способность водотоков, наконец, другие компоненты водохозяйственного комплекса (гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное хозяйство и др.) могут в значительной мере снизить возможности использования водных ресурсов реки для поливного земледелия. Все изложенное позволяет прийти к выводу о том, что возможная площадь орошения в Казахстане за счет стока местных рек и особенно подземных вод будет гораздо меньше и составит, вероятно, не более половины указанной выше.

Определенную часть земель, пригодных для орошения без сложных мелиораций, ввиду их расположения на высоких отметках местности (300—500 *м* над уровнем моря), на данном этапе изученности проблемы, по-видимому, можно не учитывать при определении необходимого объема переброски стока на территорию Казахстана. В этом отношении могут составить некоторое исключение земли, которые можно орошать из Бухтарминского водохранилища, расположенного на отметке 400 *м* над уровнем моря.

За счет внешних водных ресурсов необходимо будет оросить в Казахской ССР дополнительно не менее 40,0 млн. *га* земель: из них за счет стока сибирских рек — 36,0 млн. *га* и за счет волжской воды — около 4 млн. *га.* С учетом оговорки, сделанной выше, в отношении практической возможности поливного земледелия на базе местного стока, площадь

орошения за счет водных ресурсов сибирских рек, вероятно, будет заметно больше.

Таким образом, данные таблицы 49 являются приближенными и нуждаются в уточнении. В связи с этим потребуется корректировка необходимого объема переброски стока сибирских рек в Казахстан для коренного водного благоустройства, широкого развития здесь поливного земледелия.

Экономичность орошения земель засушливых районов, используемых под технические культуры, а также под рис, овощи, огородные кормовые, не вызывает сомнения.

В условиях Казахстана одним из основных потребителей воды должно быть орошение зерновых культур (особенно пшеницы) в его северных областях.

Применение правильного орошения для земель с ведущим зерновым севооборотом, в частности в северных районах Казахстана, особенно в зоне, где вероятность засушливых лет в среднем достигает 50%, представляется экономически целесообразным. Как показывают расчеты, при оросительной норме 3000—3500 *м³/га* и стоимости водоподачи до ирригационных систем в пределах 1 *коп/м³* и урожайности в 25 *ц/га* и выше орошение зерновых культур становится абсолютно эффективным по сравнению с неорошаемыми посевами. В ряде районов урожайность пшеницы при орошении может составить 50 *ц* и выше. В этом случае экономичность орошения здесь, разумеется, станет еще разительнее.

Следует также отметить, что стоимость воды поверхностных местных источников при регулировании стока водохранилищами составляет порядка 1 *коп/м³*. При больших объемах переброски воды на территорию Казахстана из других бассейнов стоимость ее, вероятно, будет примерно такой же. Кроме того, для большей части территории северных районов республики среднемноголетняя оросительная норма, очевидно, не превысит 2000 *м³/га*.

В перспективе, в связи с широкими возможностями развития поливного земледелия, водозабор на орошение будет главной статьей расходной части водохозяйственного баланса территории Казахстана.

Примерные объемы перспективного водопотребления на орошение и другие нужды оцениваются данными, приведенными в таблице 50.

На последующих этапах при ирригационном освоении всех потенциальных пахотнопригодных земель

Таблица 50

Водохозяйственные районы	Площадь орошения, млн. *га*	Средняя оросительная норма, млн. *га*	Водопотребление, млрд. *м³/год*		
			на орошение	прочие отрасли	всего
Южный	9,4	8000	74,9	8,3	83,2
Юго-Восточный	4,2	7000	29,4	2,5	31,9
Восточный	5,8	4000	23,9	4,2	28,1
Северный	18,8	2000	37,7	6,6	44,3
Центральный	14,6	4000	58,3	6,5	64,8
Западный	8,5	6000	51,1	2,7	53,8
Итого	61,3	—	275,3	30,8	306,1

(85,9 млн. *га*) общий объем водопотребления составит около 460 млрд. *м³/год*.

По данным таблицы 45, в пределах первой высотной зоны на территории Казахстана находится около 33 млн. *га* пахотнопригодных земель, нуждающихся в орошении.

Водобалансовые расчеты показывают, что для полива этой площади требуется привлечь дополнительно порядка 90—100 млрд. *м³* воды сибирских рек.

ПРОГНОЗНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА БАССЕЙНОВ СЫРДАРЬИ И АМУДАРЬИ — ОСНОВНЫХ РАЙОНОВ ПОЛИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ СРЕДНЕЙ АЗИИ И ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

Несмотря на общий низкий уровень изученности проблемы, имеющиеся проработки позволяют уже сейчас определить районы, в которые сибирская вода должна быть подана в первую очередь. Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему развитию мелиорации земель и сельскохозяйственному освоению в 1971—1975 гг.» к таким районам отнесены бассейны рек Сырдарьи и Амударьи.

Эти реки входят в бассейн Аральского моря, находящегося в аридной засушливой зоне. Территория бассейна равна 2,4 млн. *км²*, здесь расположены все среднеазиатские республики (Узбекистан, Киргизия, Таджикистан, Туркменистан) и Южный Казахстан (Джамбулская, Чимкентская и Кзыл-Ординская области). Данный регион располагает большими природно-хозяйственными ресурсами

для весьма широкого развития поливного земледелия. В настоящее время здесь сосредоточено порядка 50% орошаемой площади страны и производится около 95% хлопка-сырца, 40% риса, 25% овощей и бахчевых культур, более 30% фруктов и винограда. По данным института Средазгипроводхлопок, общая площадь земель, пригодных к орошению после соответствующих мелиораций, составляет в бассейне Аральского моря 58 млн. *га,* из которых на долю бассейнов рек Амударьи и Сырдарьи приходится около 35 млн. *га** (в том числе по бассейну Амударьи — 21 млн. *га,* Сырдарьи — 13,3 млн. *га*). Из указанной площади в 1975 г. орошается 6,3 млн. *га.* Район однако является очень дефицитным по водным ресурсам. Таковые в годы средней водности составляют:

а) поверхностные — 127 *км*^{3}*/год*;

в том числе: бассейн р. Амударьи — 80 *км*^{3},
бассейн р. Сырдарьи — 37 *км*^{3},
прочие (бессточные реки) — 10 *км*^{3};

б) утвержденные эксплуатационные запасы (А+Б) подземных вод — 3,9 *км*^{3}*/год.* В целом по материалам института Средазгипроводхлопок, собственные водные ресурсы Аральского бассейна при доведении коэффициента полезного действия в бассейне Амударьи до 0,73, а Сырдарьи — до 0,77 составит около 8 млн. *га.*

Оросительная способность рек бассейна Аральского моря институтом определена в 10 млн. *га,* в том числе: бассейна р. Амударьи — 5,2, Сырдарьи — 3,7 и прочих источников — 1,1 млн. *га.* Имеется немало специалистов, которые считают эти цифры завышенными.

Институт Средазгипроводхлопок, в соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР (1970 г.) о развитии мелиорации земель в стране и основываясь на материалах долгосрочного прогноза развития народного хозяйства республик Средней Азии и Южного Казахстана, считает необходимым довести площадь орошения в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи к III этапу до 13,7 млн. *га.* Это, по мнению авторов, позволит довести к указанному сроку объем производства хлопка до 13,4 млн. *т,*

---

* По материалам институтов Союзводпроект и Гидропроект им. С. Я. Жука, эта цифра составляет 26,3 млн. *га,* что свидетельствует о разногласии среди специалистов в оценке землефонда бассейнов в результате все еще слабой изученности такового. Наши дальнейшие рассуждения и соответствующие расчеты базируются в отношении земельных ресурсов на цифре 26,3 млн. *га.*

зерна — 15,6 млн. *т*, фруктов, винограда и овоще-бахчевых культур — 22,6 млн. *т*, мяса — до 3,3 млн. *т*. Количество воды, необходимой для орошения и удовлетворения потребности в воде других отраслей народного хозяйства бассейна Аральского моря, институт определяет на уровне III этапа в объеме 194 *км³/год*.

Для развития производительных сил, в особенности поливного земледелия в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи, как видно, явно не хватает местных водных ресурсов и требуется переброска сюда стока из других районов страны, а именно из Сибири.

Подачу сибирской воды в названные бассейны необходимо рассматривать, таким образом, как основное и первоочередное звено всей проблемы переброски стока сибирских рек в южном направлении. Составной частью этого звена всей проблемы является орошение в северных районах Казахстана бывших целинных земель, по территории которых пройдет трасса переброски первой очереди (по схеме «Анти-Тобол» через Тургайский прогиб).

Орошение земель Северного Казахстана в зоне этой трассы усиливает необходимость быстрейшего осуществления первой очереди переброски стока сибирских рек в бассейн Аральского моря. С осуществлением первоочередного звена проблемы связана, кроме того, и проблема Аральского моря. Уровень его, в связи с развитием орошения в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи, на II этапе снизится примерно на 5—6 *м*, а соленость воды в нем возрастет с 11 до 16‰. Проблема Аральского моря требует всестороннего изучения и может быть наиболее правильно решена при комплексном подходе к вопросам реконструкции водного хозяйства всего срединного региона.

В настоящее время объем безвозвратного водопотребления в бассейне Аральского моря составляет примерно 60 *км³/год*. Как это будет показано ниже, таковой, вероятно, составит на I этапе 80, на II этапе — 113, а на III этапе — 141 *км³/год*, а наличные водные ресурсы бассейна оцениваются округленно в 112 *км³/год* (зарегулированный сток с обеспеченностью 75%). Следовательно, в бассейне уже в ближайшей перспективе создается очень напряженный водный баланс. В связи с этим необходимы коренные меры для устранения такого положения и водного благоустройства данного района.

Прогнозные данные потребности в воде в бассейнах Сырдарьи и Амударьи на II и III этапах развития.

Сведения о водных ресурсах бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи, по данным различных источников, имеют существенные расхождения. В таблице 51, по материалам проработок Союзводпроекта и Гидропроекта им. С. Я. Жука, дается обобщающая сводка их с выделением подгруппы рек, тяготеющих к указанным бассейнам, но не доносящих до них своего стока. В этой же таблице приведены сведения о водных ресурсах рек Тобол, Ишим (в границах КазССР), Тургай, Иргиз и др., бассейны которых находятся в зоне влияния трассы первой очереди переброски.

Таблица 51

Водные ресурсы бассейнов рек Сырдарьи, Амударьи и других, тяготеющих к тракту первой очереди переброски стока сибирских рек, *км³/год*

Источник питания	Зарегулированный сток (с учетом отъемов вне СССР) с обеспеченностью 75%
Сырдарья	32,8*
Реки, тяготеющие к бассейну Сырдарьи (Чу, Талас и др.)	8,0**
Амударья	62,7
Реки, тяготеющие к бассейну Амударьи (Зеравшан, Кашкадарья и др.)	8,1
Итого	111,6
Тобол, Ишим (в границах КазССР)	1,5
Тургай, Иргиз	0,4
Всего	113,5

* В том числе русловые подземные воды в объеме 1,5 *км³/год*.
** В том числе подземные воды в объеме 1,0 *км³/год*.

Приведенные в таблице 51 данные подлежат уточнению по мере накопления исходных гидрологических и проектных материалов.

Как видно, возможные к использованию для орошения и других хозяйственных целей ресурсы речного стока в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи при обеспеченности 75% составляют в сумме 111,6 *км³/год*. Эти объемы определены за вычетом потерь из водохранилищ, а также отъемов в сопредельных районах; с другой стороны, ими учитываются возвратные воды с полей орошения, повторно используемые ниже расположенными ирригационными системами.

Следует отметить, что в рассматриваемом районе имеются некоторые ресурсы подземных вод, не связанные с поверхностным стоком основных рек. Однако запасы их, рассредоточенные по обширной территории, характеризуются малым дебитом скважин и относительно высокой стоимостью извлечения на поверхность земли. Предполагается, что они в рассматриваемый период будут использованы для хозяйственно-питьевого водоснабжения городов и других населенных пунктов, а также сельскохозяйственного водоснабжения и орошения сравнительно небольших земельных массивов в совхозах и колхозах.

Основным потребителем воды в бассейнах Сырдарьи и Амударьи является ирригация. На ее долю падает свыше 90% суммарного расхода воды брутто.

Исходя из потребностей дальнейшего развития производства хлопка-сырца в СССР, перспективного плана развития мелиорации земель, институтом Средазгипроводхлопок намечены следующие темпы увеличения площадей орошения в бассейнах Сырдарьи и Амударьи: на II этапе — до 10,0 млн. *га,* на III этапе — до 13,7 млн. *га.*

Примерное распределение этих площадей по отдельным бассейнам дается в таблице 52.

Таблица 52

Распределение площадей перспективного орошения в бассейнах Сырдарьи и Амударьи

Реки	Площади перспективного орошения по этапам развития, млн. *га*		
	II	III	полная перспектива
Сырдарья	3,7	4,9	9,9
Амударья	5,2	7,2	12,8
Зеравшан, Кашкадарья, Мургаб и др. водотоки, не впадающие в указанные выше реки	1,1	1,6	3,6
Итого	10,0	13,7	26,3

Примерные водохозяйственные балансы, составленные нами в целом на основе материалов Средазгипроводхлопок для II и III этапов развития народного хозяйства, приводятся в таблицах 53 и 54.

Таблица 53

Перспективный водохозяйственный баланс в бассейнах Сырдарьи и Амударьи на II этапе, *км³/год*

Бассейн реки	Площадь орошения, млн. га	Наличные водные ресурсы (зарегулирован. сток с обеспеч. 75%)	Суммарное безвозвратное водопотребление*	Баланс
Сырдарья	3,7	32,8	43,8	—11,
Амударья	5,2	62,7	68,8	—6,1
Зеравшан, Кашкадарья, Мургаб и др.	1,1	16,1	16,5	—0,4
Итого	10,0	111,6	129,1	—17

* Включает водопотребление сельским хозяйством, промышленностью, населением, попуски в низовья рек и прочие нужды, а также потери (на испарение и русловые).

Таблица 54

Перспективный водохозяйственный баланс в бассейнах Сырдарьи и Амударьи на III этапе, *км³/год*

Реки	Площадь орошения, млн. га	Наличные водные ресурсы (зарегулирован. сток с обеспеч. 75 %)	Расход воды	
			Суммарное безвозвратное водопотребление*	баланс
Сырдарья	4,9	32,8	46,0	—13,2
Амударья	7,2	62,7	91,3	—28,6
Зеравшан, Кашкадарья, Мургаб и др.	1,6	16,1	18,1	—2,0
Итого	13,7	111,6	155,4	—43,8

* Сюда включено потребление сельским хозяйством, промышленностью, населением и на прочие нужды, а также потери на испарение и русловые.

Из данных таблиц 53 и 54 следует, что по Амударье на II этапе возможен дефицит в объеме 6,1 *км³/год,* а по Сырдарье — 11,0 *км³/год.* Кроме того, будет дефицит в объеме 0,4 *км³/год* и по группе малых рек, тяготеющих к указанным двум основным рекам. Суммарный дефицит воды на уровне II этапа, следовательно, составит порядка 17,5 *км³/год.*

На III этапе дефицит воды сильно возрастет и составит по бассейнам Сырдарьи 13,2 *км³/год,* Амударьи 28,6 *км³/год.* и группе рек, тяготеющих к ним, 2,0, а всего 43,8 *км³/год.*

Таким образом, на II и тем более III этапе бассейны Сырдарьи и Амударьи будут испытывать большие дефициты воды, которые в определенной мере могут быть уменьшены или срок наступления их в указанном объеме несколько отодвинут путем принятия серьезных мер в направлении повышения общего уровня полезного использования местных водных ресурсов. Положение дел в этом отношении в настоящее время нельзя признать достаточно удовлетворительным. Необходимы огромные усилия водохозяйственных организаций по инженерной реконструкции ирригационных систем, максимальному использованию сбросных и дренажных вод, более полному регулированию стока рек Амударьи и Сырдарьи (особенно Амударьи, сток которой в настоящее время очень слабо зарегулирован), интенсивному использованию подземных вод, широкому применению в промышленности оборотных схем водоснабжения, обеспечению охраны вод от загрязнения и т. д.

Кардинальным мероприятием для ликвидации указанного дефицита является переброска стока сибирских рек. Срок строительства такого большого водного тракта переброски будет длительным (порядка 10—15 лет), что должно быть учтено при планировании начала его осуществления.

Предварительная оценка объемов головного водозабора в тракт переброски стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию на III этапе развития народного хозяйства.

Для определения объемов головного водозабора из Иртыша и Оби в тракт переброски на расчетный уровень III этапа необходимо к полученным выше объемам дефицита в бассейнах Сырдарьи и Амударьи (44 *км³/год*) добавить потребности дефицитных по воде районов Казахстана в средней («транзитной») части трассы переброски и, кроме того, все виды потерь воды по ее длине. В частности, необходимо предусмотреть подачу воды для орошения засушливых

земель Северного Казахстана (бывших целинных земель) на уровне III этапа ориентировочно 4,0 млн. *га*. Эти земли расположены в основном на невысоких отметках (бассейн Тургая, Тобола и Ишима) и могут быть орошены по самотечной схеме либо с относительно небольшим насосным водоподъемом. Кроме того, должен быть учтен дефицит воды на указанных расчетных уровнях в бассейнах Тобола и Ишима по группе других водопотребителей (промышленное и сельскохозяйственное водоснабжение, лиманное орошение, обводнение и пр.), который, по имеющимся оценкам, составляет для III этапа около 4,0 *км³/год*.

С учетом указанных водопотребителей в таблице 55 дается ориентировочный подсчет суммарного головного расхода воды, который должен забираться из рек Иртыша и Оби на III этапе.

Таблица 55

Структура головного водозабора	Объем воды, *км³/год*
Расход воды, необходимый для покрытия дефицита в бассейнах Сырдарьи и Амударьи	44,0
Потребность в воде для орошения бывших целинных земель КазССР (в зоне, тяготеющей к тракту переброски*)	12,0
Расход воды, необходимый для покрытия дефицита в бассейнах Тобола и Ишима	4,0
Потери воды по длине тракта	2,0
Потери воды в водохранилищах на тракте	2,0
Неучтенные потребители воды	2,0
Всего	66 *км³/год*

* При средней оросительной норме брутто 3000 *м³/год*.

При определении общего объема переброски сибирской воды должны быть учтены также потребности остальной части срединного региона СССР — Западной Сибири и Зауралья. В этом случае общий объем забора воды на III этапе, вероятно, составит порядка 70—75 *км³/год*, а на II этапе с учетом необходимого объема на орошение в зоне трассы в северных областях Казахстана (около 1 млн. *га*, главным образом, зерновых культур), неучтенных водопотребителей и потерь воды по трассе,— очевидно, 25 *км³/год*.

ГЛАВА IX

ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

В предыдущей главе показано, что в ряде районов страны на рубеже XX—XXI вв. появится большой дефицит водных ресурсов и в этой связи необходима переброска туда стока из других районов, общий объем которого по стране в целом оценивается примерно в 200 млрд. $м^3$. В данную величину включаются потребные водные ресурсы для поддержания благоприятного режима Азовского, Каспийского и Аральского морей, а также возможные потери воды по трассе переброски.

Из общего объема перебрасываемого стока на третьем этапе развития на долю южного склона европейской части СССР приходится порядка 100 млрд. $м^3$ в год.

Для нормального водообеспечения народного хозяйства (с учетом его интенсивного развития) южного района ЕТС предлагается осуществить ряд мероприятий. Такими мерами, по мнению всех авторов, являются:

1. Переброска части стока северных рек (Печоры, Северной Двины и др.) на южный склон ЕТС.

2. Строительство перегораживающего сооружения в Керченском проливе, что позволит регулировать водообмен между Азовским и Черным морями на уровне, благоприятном для расширенного воспроизводства рыбы. В целях компенсации отъемов воды в бассейнах Азовского моря необходима переброска стока северных рек в Волгу, а затем в Дон.

3. Строительство перегораживающего сооружения в проливе Кара-Богаз-Гол.

4. Переброска стока реки Оки в верховья реки Дона.

5. Переброска стока рек: Западной Двины, Ловати и Дуная в бассейн Днепра.

Наиболее крупным из указанных мероприятий по масштабу и народнохозяйственному эффекту является перебро-

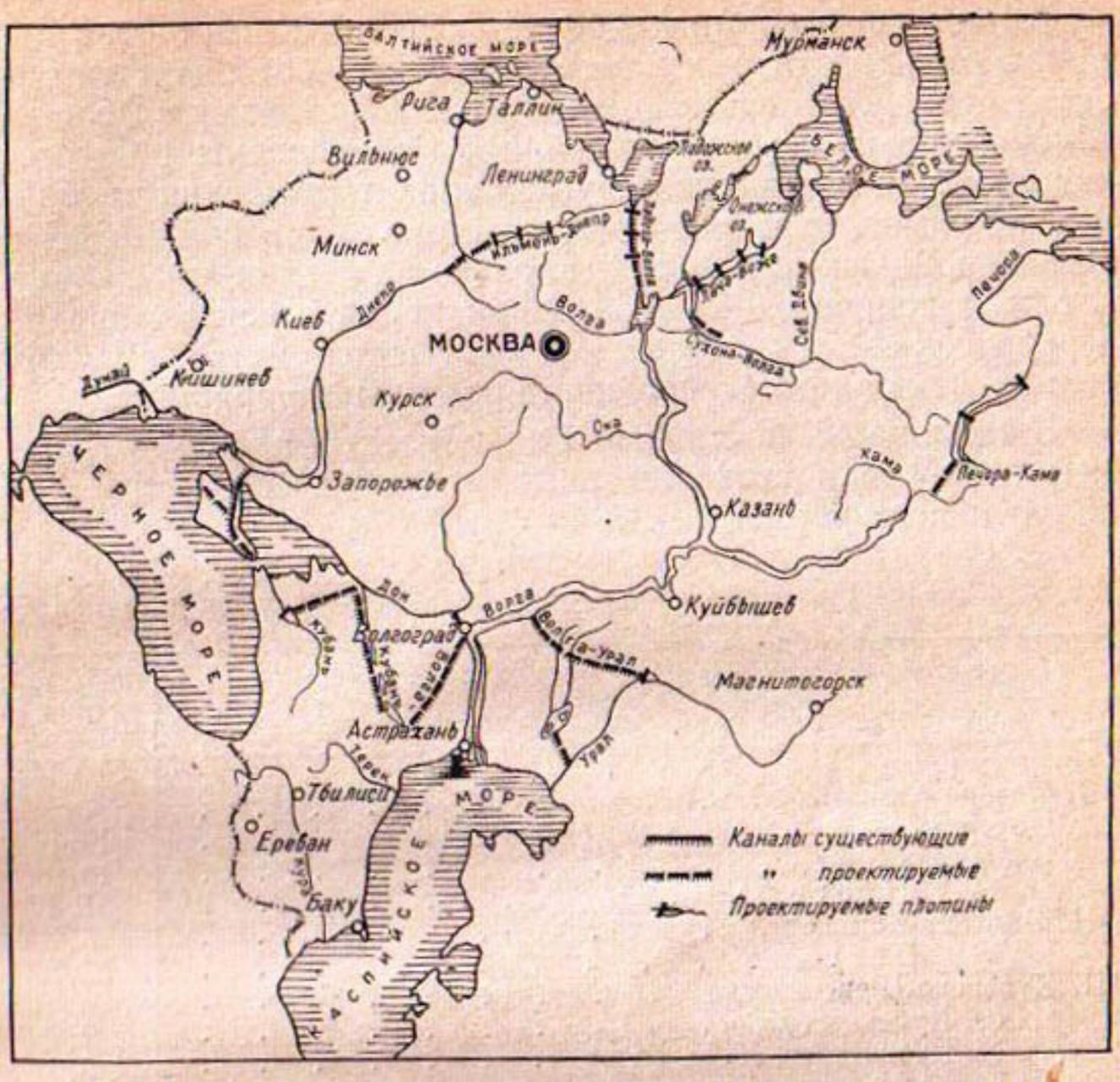


Рис. 16. Схема переброски части стока северных рек в южные зоны ЕТС.

ска части стока северных рек в засушливые зоны страны (рис. 16).

Сток основных рек европейской территории СССР — Печоры, Сев. Двины и других с их многочисленными притоками — составляет около 340 *км*³/*год*. Водные ресурсы указанных рек значительно превышают водопотребление в собственных бассейнах, в связи с чем часть их стока (в перспективе около 90 *км*³/*год*) может быть направлена в южные районы ЕТС.

Министерствами сельского хозяйства, мелиорации и водного хозяйства СССР в рассматриваемый нами период предусматривается осуществление мероприятий по переброске стока северных рек в объеме около 20—25 *км*³ в бассейн Волги.

В настоящее время наиболее изученным по степени детальности проектных и изыскательских работ является вариант переброски части стока Печоры через Каму в Волгу в объеме 31,3 *км³/год,* выполненный Гидропроектом на стадии проектного задания. Другие варианты решения проблемы, например, переброска части стока Северной Двины в верховья Волги, разработаны только на стадии ТЭО. Окончательно вопрос о целесообразном порядке осуществления перебросок стока северных рек, разумеется, может быть решен после полного завершения проектных проработок.

В таблице 56, по данным Гидропроекта, приведены объемы переброски стока северных рек в бассейн реки Волги по различным вариантам.

Таблица 56

Направление переброски	Объем переброски стока, *км³*
I. Печоро-Камское	
I очередь	13,1
II очередь	18,2
Итого	31,3
II. Вычегдо-Камское	5,4
Всего	36,7
III. Кубенско-Шекснинское	
Из оз. Кубенского	2,6
Из оз. Кубенского, Лача, Воже	5,6
Из оз. Кубенского, Лача, Воже и из р. Онеги	8,6
Из оз. Кубенского, Сухоны и притоков Вычегды (самотечный вариант)	21,4
IV. Ладожско-Волжское	
вариант 1	10,8
вариант 2	18,8
V. Онежско-Волжское	
вариант 1	1,5
вариант 2	5,0
вариант 3	18,0
VI. Сухоно-Костромское	
из р. Сухоны	6,0
из рек Сухоны, Ваги, Устья	10,0
из рек Сухоны, Ваги, Устья, Локчимы и Юга	21,0
VII. Южно-Вятское	
из рек Локчимы, Сысолы, Лузы и Юга в Молому (насосный вариант)	11,0
Малые водохранилища с забором из Усть-Курьи в Молому :	21,0

Энергетический эффект на существующем Волжско-

Камском каскаде ГЭС от переброски стока рек Печоры и Вычегды оценивается в 8,4 млрд. *квт · ч* в год.

Особое место занимает проблема переброски дополнительного стока в бассейн р. Куры. Общий необходимый объем переброски стока в нее оценивается цифрой около 8 *км*^{3}*/год*.

Пополнение водных ресурсов реки Куры, по имеющимся проработкам, возможно путем переброски в нее части стока либо из Волги (через бассейны Терека и Сулака), либо из черноморских рек Западной Грузии. В связи со значительной технической сложностью и высокой стоимостью строительства осуществление указанных вариантов переброс стока в обозримой перспективе признается нецелесообразным.

Улучшение условий воспроизводства рыбы и увеличение ее добычи в Азовском и Каспийском морях требуют проведения радикальных мероприятий по компенсации непрерывно растущих безвозвратных отъемов речного стока в их бассейнах.

Как указано выше, для Каспийского моря эти мероприятия заключаются в переброске стока северных рек. Кроме того, необходимо будет осуществить отсечение залива Кара-Богаз-Гол плотиной, что уменьшит испарение с поверхности Каспия примерно на 5 *км*^{3}*/год*.

Часть перебрасываемого стока северных рек при этом будет направлена в бассейн Азовского моря (через Дон) и в дефицитные по водным ресурсам районы Ставропольского края и Кубани, а также в Урал.

Указанная переброска, по мнению ряда авторов, позволит:

а) резко повысить рыбопродуктивность в бассейне Каспийского моря, улучшить зимний режим работы гидроэлектростанций Волжско-Камского каскада при одновременном увеличении выработки электроэнергии на 8,4 млрд. *квт · ч* в год, обеспечить благоприятные условия для судоходства на Волге;

б) направить по каналу Волга — Урал сток реки Волги в объеме до 6,5 *км*^{3}*/год* (без ущерба ее низовьям и Каспийскому морю) для орошения площади около 400 тыс. *га* земель в Волгоградской, Саратовской, Уральской, Гурьевской областях, а также для обводнения пастбищных угодий междуречья Волга — Урал;

в) подать воду через Волго-Донской судоходный канал и по Сарпинскому понижению для поддержания рыбохозяй-

ственного значения Азовского моря. В дальнейшем трасса по Сарпинскому понижению будет использована для орошения и обводнения земель Ставропольского края.

Кроме того, в пределах южного склона ЕТС признается целесообразным строительство Нижнеднепровского гидроузла, канала Днепр — Донбасс и осуществление ряда локальных переброс стока для водоснабжения крупных промышленных районов (КМА, Московского и др.)

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕБРОСКИ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК В КАЗАХСТАН И СРЕДНЮЮ АЗИЮ

Крупным регионом страны, где в самое ближайшее время ожидается большой дефицит в воде, как указано в главе VII, являются Казахстан и республики Средней Азии. При ограничении высотной зоны подачи воды отметкой 300 *м* необходимый объем переброски стока определяется в размере порядка 170 млрд. *м*^{3}/*год*.

По данным исследований ряда авторов, относительный рост безвозвратных отъемов стока в бассейне Аральского моря увеличится на II этапе в 1,6 раза, а на III этапе — в 2,1 раза против уровня 1970 г.

Определение размера дефицита водных ресурсов на различных этапах развития народного хозяйства и оценка объема стока, который необходимо перебросить в регион, являются одними из важных вопросов планово-экономических исследований научных, проектных и планирующих организаций.

Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР (1971 г.) такая переброска стока в Сырдарью признана необходимой и соответствующим организациям поручено приступить к научно-исследовательским и проектным работам. Таким образом, вопрос переброски стока рек Сибири в Казахстан и Среднюю Азию следует считать в принципе предрешенным.

Обводнение земель Казахстана и Средней Азии, с одной стороны, и осушение земель Западно-Сибирской низменности, с другой стороны, по существу, одна взаимосвязанная народнохозяйственная проблема большой государственной важности. Водное благоустройство указанных двух зон необходимо рассматривать как одно целое, и техническое решение задачи должно исходить из общности цели. Граница между этими зонами — обводнения, с одной стороны, и осу-

шения, с другой — проходит по линии городов Курган — Петропавловск — Омск — Томск — Енисейск (рис. 15). Регион, охватываемый этими двумя зонами, принято называть срединным. Границы его проходят на востоке по Енисею, а на западе — по Уралу и Каспийскому морю.

Срединный регион СССР, с водным благоустройством которого связана переброска стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию, имеет исключительно большое значение в экономике всего Советского Союза. По прогнозам специалистов, к концу текущего столетия на долю этого региона будет приходиться большая часть добычи газа, нефти, угля, цветных металлов, производства продуктов земледелия и животноводства страны.

Практическое осуществление комплекса мероприятий по водному благоустройству срединного региона потребует решения многих взаимосвязанных технико-экономических задач стратегического характера: строительства крупных водных магистралей и водоразводящих трактов, длина которых будет составлять тысячи километров; создания энергетической базы мощностью порядка 15—20 млн. *квт;* огромных капитальных вложений, исчисляемых десятками миллиардов рублей, и других общегосударственных мероприятий. Нахождение оптимальных путей осуществления переброски стока, которые обеспечат максимум народнохозяйственного эффекта при минимуме расчетных затрат, является крайне сложной технико-экономической разработкой. Поэтому для практической реализации поставленной задачи необходимо проведение огромного объема научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ, а также планово-экономических обоснований всех элементов проблемы по этапам ее развития.

Впервые вопрос о «направлении сибирских рек Иртыша и Оби» для целей «наводнения Арало-Каспийской низменности» был поставлен инженером Я. Демченко в 1868 г. К настоящему времени имеется уже около 20 различных предложений, однако они не дают ясного представления по техническому осуществлению указанной переброски. По мнению всех авторов, главная магистраль переброски должна пройти через Тургайский прогиб, отделяющий территорию Западной Сибири от Арало-Каспийской низменности. Низшая точка водораздела имеет отметку 120 *м* над уровнем моря.

Оптимальный вариант трассы подвода воды сибирских рек к Тургайскому водоразделу и районам водопотребления

прежде всего будет определяться схемой развития Обь-Иртышских водохозяйственных связей. В целях предотвращения серьезных ошибок в решении частных элементов переброски необходимо прежде всего исследовать и разработать генеральную схему осуществления проблемы во всем ее объеме. В этой связи рассмотрение вопроса должно идти от общего к частному. В свете таких исходных положений при современном уровне изученности вопроса общий порядок и последовательность разработки и важнейшие технические аспекты проблемы, нам представляется, будут следующие.

1. Одним из главных вопросов переброски стока является оценка объема стока, возможного к изъятию из рек Оби и Енисея для переброски в Казахстан и Среднюю Азию. Этот вопрос в значительной мере зависит от степени влияния объема изымаемого стока на геофизические, в частности метеоролого-климатические, условия бассейнов этих рек, а также Северного Ледовитого океана, куда они впадают. Разумеется, величина этого стока должна определяться сохранением или минимальным изменением существующих природных условий. Этот вопрос требует проведения большого объема соответствующих исследований. Исходя из общего характера экспертных оценок и некоторых теоретических предпосылок, отдельные специалисты полагают, что объем перебрасываемого стока в засушливые зоны срединного региона не должен превышать 20—25% устьевого стока указанных рек. Годовой сток в устье Оби составляет 400 и Енисея — 550 млрд. $м^3$. Суммарный сток указанных рек равен 950 млрд. $м^3$. Следовательно, по сегодняшним представлениям, объем возможного к изъятию стока этих рек может составить порядка 200—250 млрд. $м^3$.

2. Очень важным и принципиальным вопросом проблемы является определение планового и высотного положения створов головного водозабора и объема стока, изымаемого в каждом из них.

Высотное положение створа водозабора в значительной степени зависит от высотного положения территории, на которую перебрасывается вода. В основу оценки их взаиморасположения, в принципе, должно быть положено условие достижения минимума расчетных затрат на транспортировку воды в район полива. Это, в частности, обеспечивается достижением минимума высоты водоподъема для охватываемой поливом заданной территории. Дело в том, что удель-

ные расчетные затраты на кубометр транспортируемой воды также зависят и от объема переброски воды, поскольку они уменьшаются по мере его увеличения.

В целях некоторого устранения неопределенности в выборе высотно-планового положения створа водозабора и зоны подачи воды, а также известного упрощения задачи необходимо, исходя из указанных выше определяющих принципов, установить наиболее вероятный створ и затем оценить целесообразный район подачи воды из него.

3. Разработка проекта и практическое осуществление переброски стока в засушливую зону должны быть максимально увязаны с осушением заболоченных земель региона, что резко повысит общую народнохозяйственную эффективность проблемы, поскольку будут использованы огромные площади Западной Сибири для производства сельскохозяйственной продукции.

4. Основными водными артериями Сибири, часть стока которых в перспективе будет переброшена в Казахстан и Среднюю Азию, являются реки Иртыш, Обь и Енисей. Эти реки для указанной цели должны иметь между собой водные связи, осуществляемые последовательно во времени. Привлечение стока каждой из них также должно иметь определенную очередность. В свете изложенного очередность осуществления комплекса мероприятий, очевидно, будет следующая.

В первую очередь, естественно, должен быть использован сток реки Иртыш. Переброска части стока ее в Центральный Казахстан уже началась по каналу Иртыш — Караганда (на значении его подробнее остановимся в главе X).

Следующей является река Обь, сток которой должен перебрасываться почти одновременно со стоком Иртыша, поскольку водные ресурсы последней далеко недостаточны для указанных целей.

В последнюю очередь должны привлекаться водные ресурсы Енисея, сток которого передается в Обь, а из Оби — в Иртыш. Следовательно, река Иртыш, в конечном счете, превратится в основную водную артерию, откуда вода с помощью магистральных каналов будет подаваться в соответствующие районы поливного земледелия и водоснабжения Казахстана и республик Средней Азии.

ВЕРОЯТНАЯ ОБЩАЯ СХЕМА ЕНИСЕЙ-ОБЬ-ИРТЫШСКОЙ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СВЯЗИ

1. Вероятная схема переброски части стока Енисея в Обь.

В свете рассматриваемого вопроса практический интерес представляет участок Енисея от г. Кызыла (абс. отметка 600 *м*) до г. Енисейска (абс. отметка 50 *м*). Средние многолетние расходы реки нарастают на указанном участке от 1000 до 7700 *м*^{3}/*сек*.

Перестройка и освоение великой сибирской реки Енисея уже начаты. В районе города Красноярска построена и дает промышленный ток самая крупная в мире Красноярская ГЭС. В настоящее время при выходе реки из Саянских гор строится Саяно-Шушенская ГЭС, проводятся проектно-изыскательские работы по сооружению Енисейской ГЭС в районе впадения Ангары. Построенные и сооружаемые гидроэнергоузлы обеспечат судоходные условия для широкого развития водного транспорта на Енисее.

Водозаборные сооружения на Енисее для переброски стока в Обь, естественно, должны быть привязаны к створам указанных выше ГЭС.

На развитие Енисей-Обских водохозяйственных связей особое влияние окажут гидроузлы Красноярской и Саяно-Шушенской гидроэлектростанций. Из верхнего бьефа Саяно-Шушенской ГЭС через системы реки Абакан возможен вывод воды в бассейны рек Бии и Томи; из водохранилища Красноярской ГЭС легко может быть осуществлен сброс воды в бассейн реки Чулым и через нее в Обь.

Забор стока Енисея в его среднем течении, вероятно, будет связан с подпорным бьефом гидроэлектростанций ниже впадения Ангары.

Водные ресурсы Енисея имеют относительно высокий потенциал уровня (на отметке порядка 200 *м* средний расход реки составляет около 2500 *м*^{3}/*сек*). Благодаря этому принципиально возможен в значительном объеме самотечный их вывод к Тургайскому водоразделу.

В бассейне Енисея в настоящее время основными отраслями водного хозяйства являются гидроэнергетика и водный транспорт. Оба эти компонента в условиях зарегулирования стока реки системой водохранилищ не должны накладывать заметных ограничений на водозабор из реки для целей переброски. По мнению Н. С. Калачева, водозабор может быть осуществлен не только от упомянутых вы-

ше створов, связанных с Саяно-Шушенским и Красноярским гидроузлами, но, вероятно, и по горным трассам из Верхнего Енисея, в частности, через системы рек Хемчик, Чуи, Катуни, Коксы, Бухтармы.

2. **Вероятная схема подачи воды из Оби в Иртыш.**

Для целей переброски наибольший интерес представляет участок Обь-Иртышского междуречья в зоне отметок 70—2000 *м*. Средние за многолетие расходы реки Оби составляют: ниже слияния рек Катуни и Бии — 1100 *м*^{3}/*сек* и у г. Ханты-Мансийска — 8000 *м*^{3}/*сек*.

Водные массы бассейна Оби в высотном отношении расположены значительно ниже Енисея. На уровне Тургайского водораздела средний многолетний расход реки достигает лишь 1500 *м*^{3}/*сек*, тогда как расход Енисея на этом же уровне равен 3000 *м*^{3}/*сек*.

Створы водозабора и направление водного тракта между реками Обь и Иртыш еще в должной мере не исследованы и не имеют достаточных проектных проработок. В этом отношении предстоят большие работы.

При современном уровне изученности вопроса створы забора воды из Оби и направление водных трактов между реками Обь и Иртыш, вероятно, будут следующие (рис. 17):

а) Верхне-Катунско-Бухтарминское;
б) Верхне-Обско-Семипалатинское;
в) Камень-на-Оби-(или Новосибирск)-Павлодарское;
г) Чулым-Томско-Омское;
д) Нижне-Обско-Тобольское — Тургайский прогиб.

Верхне-Катунско-Бухтарминское направление

Это направление является самым верхним и к настоящему времени наиболее подробно освещено. По данной трассе предусматривается переключение стока верхней части бассейна Катуни и ее притока Аргута в Бухтарму (Н. С. Калачев, КазНИИ энергетики, 1970—1973 гг.). Аргут-Катунь-Бухтарминский водный тракт дает возможность создать каскад крупных гидроэлектростанций по тракту переброски (подробнее см. в главе X).

Высотное положение этого водного тракта в наибольшей степени отвечает условиям обводнения возвышенных восточных районов Казахстана. Водные ресурсы рек Аргута и Катуни, поступая в Бухтарминское водохранилище, имеющего абсолютную отметку 400 *м*, значительно увеличат сток Иртыша. С этого уровня с относительно меньшей высотой подъема можно подать воду в районы восточного и северного Прибалхашья.

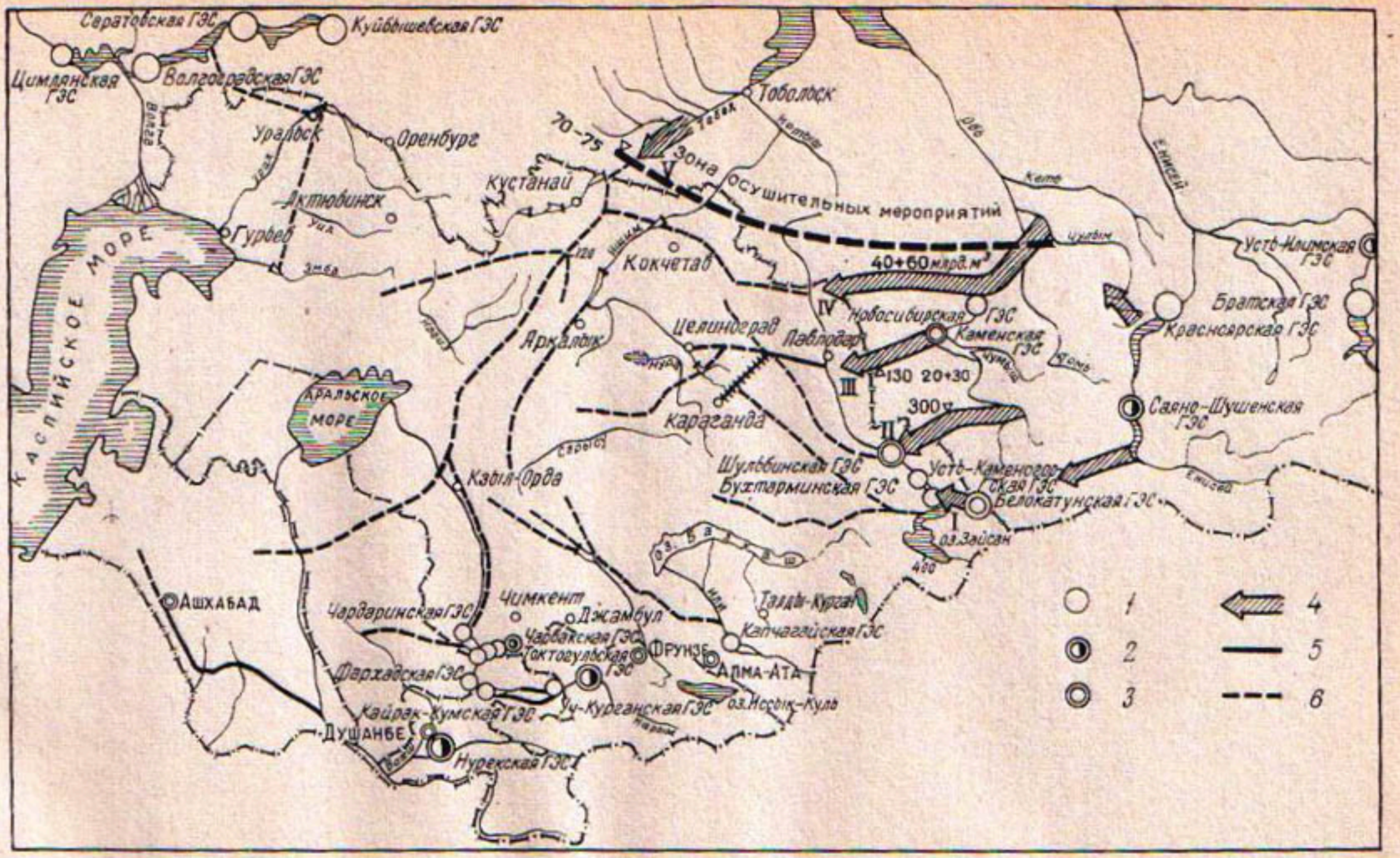


Рис. 17. Основные направления и варианты трасс переброски стока сибирских рек. *I* — существующие ГЭС; *2* — строящиеся ГЭС; *3* — проектируемые ГЭС; *4* — направления переброски (*I* — Верхне-Катунское; *II* — Верхне-Обское; *III* — Каменско-Павлодарское; *IV* — Чулым-Омское; *V* — Нижне-Обское); *5* — действующие каналы; *6* — намечаемые к строительству каналы.

В перспективе из Верхнего Енисея в этом направлении может быть подано еще 20 млрд. $м^3$.

Верхне-Обское-Семипалатинское направление

По этому направлению трассы вода из Оби забирается выше г. Бийска с отметки примерно 300 *м*. Канал длиной около 600 *км* с естественным уклоном будет идти в направлении г. Семипалатинска, и вода в объеме 20 млрд. $м^3/год$ поступит в Шульбинское водохранилище, строительство которого предполагается начать в ближайшем будущем. Шульбинское водохранилище, вероятно, будет иметь абсолютную отметку около 260 *м*. С этого уровня самотечным каналом возможно обеспечить полив большого массива земель право- и левобережья Иртыша.

В перспективе по данному направлению из Енисея может быть переброшено около 30 млрд. $м^3/год$.

Камень-на-Оби-(или Новосибирск)-Павлодарское направление

Это направление трассы переброски, начало которого, вероятно, будет в районе намечаемого к строительству Каменского гидроузла на Оби, представляет большой интерес. Оно хорошо сочетается с водозабором в канал Иртыш — Караганда и может служить надежной основой для последующего расширения его системы путем строительства крупной Целиноградской ветки, а также осуществления первой очереди переброски стока в бассейн Аральского моря.

По данному водному тракту, длина которого около 400 *км*, должно перебрасываться порядка 20 млрд. $м^3/год$ обской воды. В перспективе по этому направлению может поступать вода из Енисея в объеме около 30 млрд. $м^3/год$.

Чулым-Томск-Омское направление

Это направление переброски стока также заслуживает большого внимания. По нему может быть подан значительный объем воды — порядка 40 млрд. $м^3/год$ обской и около 60 млрд. $м^3/год$ — енисейской. В целях зарегулирования половодья на Оби и защиты от ежегодных разливов поймы реки на участке от Калпашино до Сургута, где расположены богатейшие нефтегазовые месторождения и другие ценные природные ресурсы, на Оби, вероятно, будет построено крупное водохранилище. Этим сооружением и должен быть увязан водозабор из Оби по данному направлению.

Нижне-Обско-Тобольское — Тургайский прогиб

По данной трассе воды реки Оби кратчайшим путем могут быть поданы на Тургайский водораздел (по схеме «Анти-Иртыш — Тобол»). При этом вода будет забираться из

верхнего бьефа предполагаемой к строительству Нижне-Обской ГЭС*. Почти на всем протяжении трассы используются существующие русла рек (Иртыша, Тобола, Убагана). Высота насосного подъема воды на Тургайский водораздел, вероятно, составит 90—100 *м*. По данной трассе может быть подано до 300 млрд. $м^3$ воды в год.

С командной отметки Тургайского водораздела сибирская вода без дополнительного механического подъема может быть подана только на 10—12 млн. *га* земель, нуждающихся в орошении. Это составляет примерно 15% от общего фонда земель республик Средней Азии и Казахстана, пригодных для орошения. Для всей остальной площади потребуется дополнительный механический подъем ее на высоту 100, 200, 300 и более метров.

Экономическая целесообразность и допустимый предел развития механического орошения на перебрасываемом стоке сибирских рек должны быть специально рассмотрены.

Для подачи воды сибирских рек в бассейны рек Амударьи и Сырдарьи В/О Союзводпроектом предложена трасса, по которой сток Оби перебрасывается в Иртыш по варианту Камень-на-Оби — Павлодар, а ниже устья реки Тобол на Иртыше строится подпорное сооружение, с помощью которого (по схеме «Анти-Тобол») вода направляется на Тургайский водораздел, и далее магистраль идет в направлении нижнего течения рек Амударьи и Сырдарьи.

ВЕРОЯТНЫЕ СХЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК ПО ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА И СРЕДНЕЙ АЗИИ

Этот вопрос является одним из самых сложных в генеральной схеме осуществления переброски стока. В настоящее время он не разработан и по нему нет более или менее установившейся точки зрения.

На современном уровне изученности проблемы можно высказать лишь общие, принципиального характера, соображения в разрезе отдельных частей южной зоны срединного региона.

Ниже рассмотрим наиболее вероятные схемы подвода воды из рек Сибири в подрайоны, перечисленные в главе VIII.

1. Северный и Восточный Казахстан. В этот подрайон

---

* Следует отметить, что за последнее время появляются точки зрения, согласно которым целесообразность строительства этой ГЭС вообще берется под сомнение (журнал «Природа», 1973, № 6).

отнесены Восточно-Казахстанская, Семипалатинская, Северо-Казахстанская, Кокчетавская и Кустанайская, а также часть территории Целиноградской и Тургайской областей.

По территории данного подрайона будут проходить трассы водных трактов, подводящих воду сибирских рек в основные районы поливного земледелия Казахстана и Средней Азии. Водопроводящие тракты помимо их прямого назначения — обеспечения развития орошения в подрайоне — должны отвечать требованиям оптимального подвода воды к бассейну Аральского моря.

В подрайоне находится 20—25 млн. *га* земель, нуждающихся в орошении. Из этой площади около 17 млн. *га* находятся в зоне высотных отметок 75—300 *м* (рис. 18). Они в значительной части доступны для самотечного орошения.

Существенная часть площади земель подрайона (около 7 млн. *га*), требующих орошения, находится в пределах Восточного Казахстана (Восточно-Казахстанской и Семипалатинской областях), из них около 4 млн. *га* расположены на отметках 400—500 *м*. Главные водные тракты для подачи воды в орошаемые массивы данного подрайона, очевидно, будут брать свое начало из Бухтарминского водохранилища, имеющего отметку 400 *м* над уровнем моря. Из этого же водохранилища, вероятно, начнутся водные тракты для подачи воды на площади орошения, расположенные на более высоких отметках (до 750 *м*) Центрального подрайона (Северное Прибалхашье).

Таким образом, Бухтарминское водохранилище в будущем может стать крупным водораспределительным водоемом для орошения и обводнения определенной части территории Казахстана. Увеличение водных ресурсов этого водохранилища возможно осуществить путем переброски в него части стока верховьев рек Оби и Енисея.

Водные тракты в остальные части рассматриваемого подрайона могут быть проведены по различным вариантам. Как известно, уже построен канал Иртыш — Караганда, обеспечивающий водоснабжение значительной части промышленности и других отраслей народного хозяйства (в том числе поливное земледелие) рассматриваемого подрайона и Центрального Казахстана. Этот канал берет свое начало в районе города Ермак, поднимает воду Иртыша с отметки 112 до 528 *м*, имеет длину до Караганды 458 *км*. В водном балансе канала предусмотрено орошение 120 тыс. *га*, в том числе в Павлодарской 75 тыс. и в Карагандинской области 45 тыс. *га*.

Имеется предложение о строительстве канала Иртыш — Ишим — Тобол с водозабором выше Омска (Гидропроект, 1965 г.), а также магистрального канала из Иртыша от створа проектируемого Шульбинского гидроузла в направлении на Экибастуз — Кокчетав.

Проработки КазНИИ энергетики (1968—1972 гг.) показывают, что одной из основных обводнительных магистралей данного подрайона может служить канал Иртыш — Караганда, продолженный от Шидертинского водохранилища до Целиноградa и далее по руслу реки Ишим к бассейну Аральского моря.

2. Центральный Казахстан. Подрайон располагает большими земельными фондами, пригодными для сельскохозяйственного освоения, прежде всего на базе поливного земледелия. Площадь земель, пригодных для орошения без сложных мелиоративных работ, составляет около 15 млн. *га*.

Как следует из данных таблицы 43, почти все указанные площади находятся выше отметок Тургайского водораздела и реки Иртыш, поэтому орошение их потребует машинного водоподъема. При ограничении высотной отметкой 500 *м* площадь земель подрайона, пригодных для орошения, составит около 11,5 млн. *га*, а ниже отметки 300 *м* — 7,0 млн. *га*.

Разводящая сеть каналов для орошения земель Центрального Казахстана будет опираться в основном на главную магистраль переброски стока сибирских рек, привязываемую к Тургайскому прогибу. Условия рельефа допускают сооружение на приаральском склоне системы поясных разводящих каналов юго-западного и юго-восточного направления, различающихся между собой высотным положением. Питание их частично может осуществляться также из Целиноградской ветки канала Иртыш — Караганда. Возвышенная восточная часть земель подрайона попадает в зону влияния упомянутого выше возможного к строительству машинного канала из Бухтарминского водохранилища.

Определенная часть территории данного подрайона будет обеспечена водой из ветки канала Иртыш — Караганда, идущей в направлении на Джезказганский, Атасуйский и Четский промышленные районы. Проект ее разработан и строительство уже начато. Согласно проекту ветка имеет длину около 800 *км* (включая ответвления от нее) и предназначена для водоснабжения промышленных объектов

указанных районов Джезказганской и Карагандинской областей.

3. Юго-Восточный Казахстан (бассейн оз. Балхаш и Алакуль). Общая площадь земель подрайона, пригодных для орошения без сложных мелиораций, составляет 4,2 млн. *га*, из них около 1 млн. *га* расположено на отметках выше 1000 *м*.

Данный подрайон в целом является относительно водообеспеченным и располагает значительными водными ресурсами, большая часть которых находится на высоких отметках. Как показывают исследования КазНИИ энергетики, водными ресурсами этого подрайона можно обводнить и определенную часть земель в низовьях реки Чу и пустыне Бетпакдала (рис. 18). Подача воды в юго-восточный подрайон из сибирских рек затруднена в результате расположения большей части земель на высоких отметках и довольно сложных орографических условиях местности.

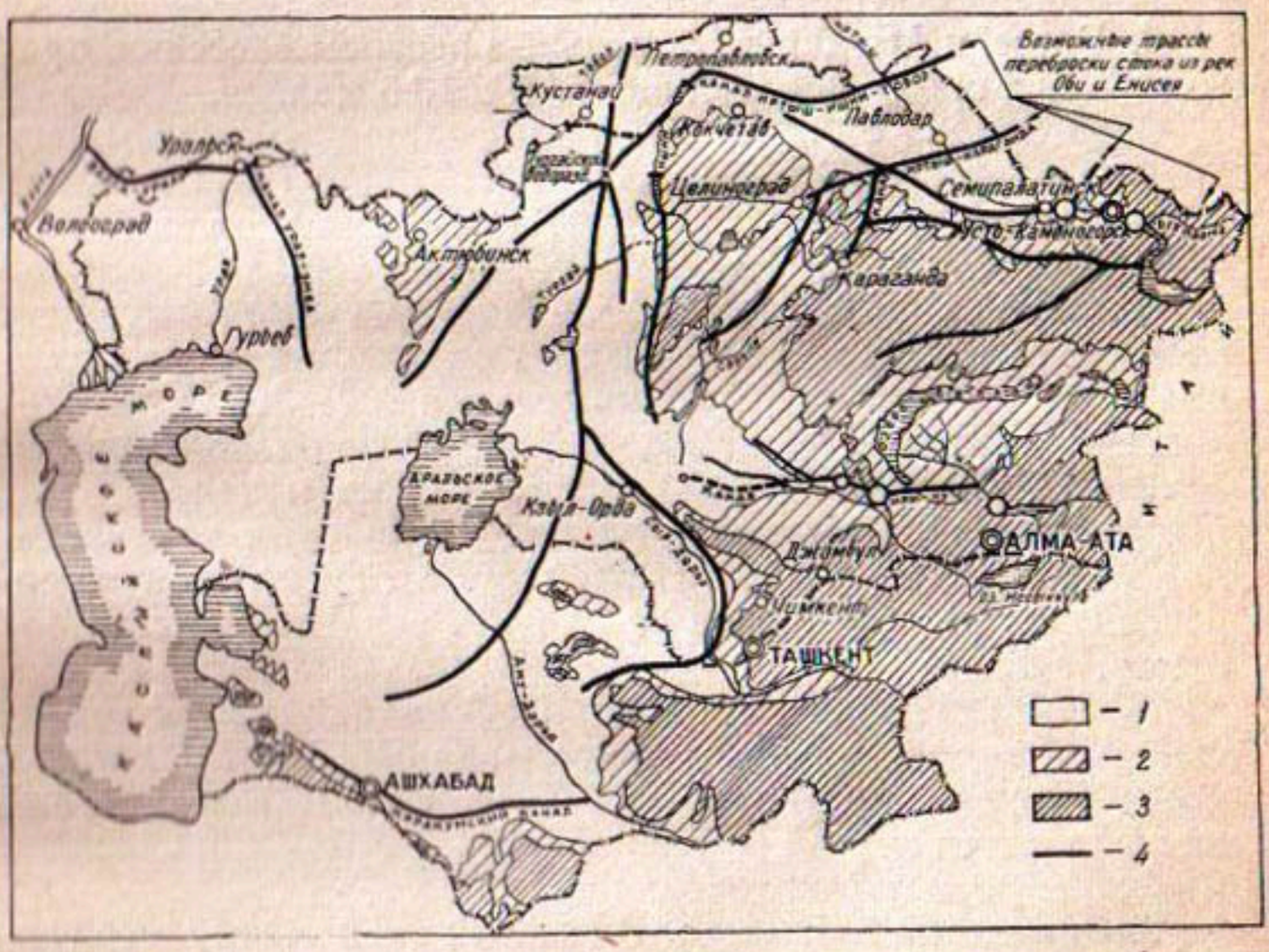


Рис. 18. Высотные зоны региона и намечаемые трассы основных водных трактов. *1* — зоны с отметками менее 300 *м*; *2* — зона с отметками от 300 до 500 *м*; *3* — зона с отметками более 500 *м*; *4* — трассы намечаемых каналов.

4. Бассейн Сырдарьи. Общий фонд земель подрайона, нуждающихся в орошении, исчисляется площадью около 12,8 млн. *га,* из них в 1975 г. орошается немногим более 2,7 млн. *га.* Наличные водные ресурсы в годы средней водности позволяют довести площадь орошения здесь до ~ 3,5 млн. *га.* Остальная площадь (около 9 млн. *га*) является неводообеспеченной. В высотном отношении земли бассейна расположены преимущественно на отметках до 500 *м.* Лишь небольшая часть земель (менее 1 млн. *га*) имеет высотные отметки ниже уровня Тургайского водораздела (рис. 18). Сибирская вода в этот подрайон, по всем данным, поступит через Тургайский прогиб. Трасса водного тракта должна выбираться из условия наибольшего охвата орошением земельных фондов, с учетом использования местных водных ресурсов на орошение верхнележащих площадей, при достижении минимума общих расчетных затрат. При этом следует иметь в виду, что трасса сырдарьинского тракта должна учитывать также возможность подачи воды сибирских рек и в бассейн Амударьи.

5. Бассейн Амударьи. Земельные ресурсы бассейна, пригодные для орошения, оцениваются в 13,5 млн. *га.*

Современная (1975 г.) орошаемая площадь не превышает 2,7 млн. *га.* Из свободного земельного фонда (~11 млн. *га*) 5 млн. *га* расположены на отметках, превышающих 200 *м.* Сток реки Амударьи позволяет оросить площадь в размере ~ 4,5 млн. *га.* Собственные водные ресурсы Амударьи целесообразно расходовать на верхних участках бассейна с высотными отметками, превышающими 200—300 *м.* Со стоком сибирских рек будет связано орошение около 9 млн. *га* земель, расположенных в среднем и нижнем течении рек. Максимальное превышение их над Тургайским водоразделом составит 100—200 *м.* Ниже отметки Тургайского водораздела находятся земли низовьев реки в размере 3—4 млн. *га.*

Можно утверждать, что в данный подрайон сток сибирских рек, так же как в бассейн Сырдарьи, будет поступать через Тургайский водораздел. Трасса водного тракта должна выбираться исходя из тех же условий, что и для бассейна Сырдарьи, о которых говорилось выше.

6. Западный Казахстан. В данный экономико-географический подрайон срединного региона СССР входит территория западных административных областей Казахстана (Актюбинской, Уральской, Гурьевской и Мангышлакской).

В подрайоне имеется около 8,5 млн. *га* земель, пригод-

ных для орошения без сложных мелиораций. Из них около 4 млн. *га* территориально тяготеют к Прикаспийской низменности и, вероятно, будут орошаться водами Волги. Остальную площадь (около 4,5 млн. *га*) возможно оросить только водами сибирских рек. Орошение их потребует машинного водоподъема на высоту до 200 *м*. Водная магистраль для этой цели, вероятно, будет начинаться в районе Тургайского прогиба, как правая ветвь главного тракта, транспортирующего сибирскую воду в бассейн Аральского моря.

Вопрос обводнения территории Западного Казахстана водами Волги и развитие здесь поливного земледелия в широком плане поднимается давно и признается весьма актуальным. Имеются проектные разработки магистрального канала Волга — Урал с последующим продолжением его до Эмбы. Этот канал, первая очередь которого уже начата строительством, в пределах междуречья Волга — Урал позволит оросить 850 тыс. *га* земель и, кроме того, обводнить около 10 млн. *га* сенокосных и пастбищных угодий. В Мангышлакскую область возможно подавать воду и из Амударьи. Этот вариант отдельными проектными организациями признается наиболее целесообразным. Для обеспечения водой всех земель подрайона, нуждающихся в орошении и обводнении, потребуется в будущем не один канал, о конкретных трассах которых в настоящее время какие-либо суждения иметь очень трудно.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СРЕДИННОМ РЕГИОНЕ

Ресурсы поверхностных вод южной части срединного региона (реки Средней Азии и Казахстана без бассейна Иртыша), возможные к практическому использованию, составляют около 130 $км^3$. Но, как известно, распределены они крайне неравномерно и поэтому уже сейчас лимитируют развитие промышленности и сельского хозяйства. Это привело к срочному строительству ряда первоочередных объектов по перераспределению водных ресурсов.

Так, в 1962—1974 гг. построен и введен в действие упоминавшийся выше крупный канал Иртыш — Караганда, имеющий длину 458 *км* и расход воды в голове 75 $м^3/сек$.

В Узбекской ССР в бассейне Сырдарьи построены крупные магистральные каналы: Большой Ферганский, с расхо-

дом воды в голове 230 *м³/сек,* Северный Ферганский, Большой Андижанский, Голодностепский и др. С их помощью перераспределяется сток в средней части этого крупнейшего речного бассейна Средней Азии.

На юге Туркмении, в бассейне Амударьи, построен Каракумский канал. По нему воды Амударьи подаются в бассейны рек Мургаб, Теджен, Атрек. Канал строится в четыре очереди. Проектная его длина 1400 *км,* расчетный расход воды в голове 550 *м³/сек.* В настоящее время водами Каракумского канала орошается около 450 тыс. *га* земель с основной культурой — хлопчатником.

Проблему орошения юго-западных районов Узбекистана (низовья реки Зеравшан) решает Аму-Бухарский канал с водозабором из реки Амударьи выше г. Чарджоу. Длина канала 200 *км,* расход воды в голове 124 *м³/сек.* На оросительной системе построены две насосные станции с высотой водоподъема 46 и 24 *м.* Ведутся работы по строительству второй очереди канала на расход воды до 270 *м³/сек.*

Южнее системы Аму-Бухарского канала с целью орошения земель обширного района Каршинской степи построен Аму-Каршинский канал. На II этапе намечено освоить 310 тыс. *га* земель. Общая длина магистральной части канала 120 *км,* расход воды в голове канала 175 *м³/сек,* высота водоподъема (на шести насосных станциях) 132 *м.*

Осуществлен также ряд межбассейновых связей меньшего масштаба, имеющих местное значение (Гиссарский, Шерабадский, Арысь-Туркестанский каналы и др.). Современный объем территориальных переброс стока по южной части срединного региона (включая крупные ирригационные каналы типа Каракумского, Большого Ферганского и др.) оценивается цифрой порядка 20 *км³/год.*

Наряду с законченными и находящимися в стадии строительства объектами в последние годы выполнены предварительные проектные и научно-исследовательские работы по ряду других проблем и объектов, расширяющих контуры и масштабы межбассейновых водных связей на площади региона. К ним, в частности, в пределах Казахстана относятся:

1. Пополнение водных ресурсов Иртыша.

Эта проблема возникла в связи с определившимся напряженным водным балансом в бассейне Иртыша и возможным отбором воды из Черного Иртыша в Китайской Народной Республике, вследствие чего поступающий в Бухтарминское водохранилище сток может уменьшиться до

30%. Одним из перспективных вариантов решения этой проблемы, как указано выше, является переключение в бассейн Иртыша стока Верхней Катуни и ее притока Аргута. Ведутся исследования и по другим вариантам трасс каналов, по которым могло бы осуществляться подпитывание Иртыша водами Оби в более крупных масштабах.

2. Развитие канала Иртыш — Караганда (Целиноградская ветка). Эта ветка обеспечивает потребность в воде бурно развивающейся промышленности и сельского хозяйства Целиноградской, Тургайской, Кустанайской, Кокчетавской и Северо-Казахстанской областей.

Все перечисленные выше и другие мероприятия логично рассматривать как элементы общего перспективного плана последовательного преобразования природных условий срединного региона.

ЗАДАЧИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМЕ ПЕРЕБРОСКИ СТОКА

Перераспределение большого объема водных ресурсов по огромной территории Советского Союза, основные контуры и важнейшие вехи которого освещены выше, является проблемой, грандиозной по масштабу и революционизирующей по глубине экономического переустройства и преобразования природных условий страны — 1/6 обитаемой части суши земного шара. Практическое осуществление проблемы позволит кардинально решить вопрос водообеспечения отраслей народного хозяйства всей страны, в особенности развивать в больших масштабах поливное земледелие — самой надежной основы получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственной продукции, в частности технических и зерновых культур. По всем объективным данным и научным воззрениям многих авторов, значительно преобразуются климатические, почвенные, геоботанические, гидрологические, гидрогеологические и другие условия на огромной территории страны. Изменения в указанных областях, естественно, внесут коррективы и во многие условия жизни и деятельности человека. В частности, они будут заметно влиять на биосферу как в районах подачи, так и в районах отбора водных ресурсов.

Рассматриваемая проблема для своего полного осуществления потребует длительного времени и громадных капитальных вложений, исчисляемых десятками миллиардов рублей.

Таким образом, с полным основанием в целом можно признать перераспределение водных ресурсов в указанном нами масштабе как проблему века, имеющую эпохальное социально-экономическое и экономико-географическое значение.

Правильное определение основных принципов и вех практического осуществления проблемы является важнейшей научно-технической задачей на современном этапе развития страны. Многие аспекты проблемы еще не исследованы, не говоря о ее проектной разработанности. Силы научных и проектных организаций страны должны быть в государственном масштабе мобилизованы на решение научно-технических задач этой проблемы.

При современном уровне понимания глубины, масштаба и контуров проблемы переброски стока сибирских рек, разработанности ее основных аспектов наиболее важными задачами научных исследований, по мнению автора, являются:

— оценка перспектив и оптимального пути развития народного хозяйства как в зонах отбора, так и в районах переброски стока в увязке с общим характером и масштабом развития их в стране в целом и исследование водного фактора в этом деле;

— оценка естественно-природных ресурсов и их изменений в результате территориального перераспределения водных ресурсов;

— определение оптимальных водохозяйственных схем переброски стока и его распределения по территории засушливых районов.

Ниже остановимся на задачах исследований в разрезе этих проблемных вопросов.

I. Масштабы и сроки переброски стока, разумеется, определяются требованиями развития народного хозяйства и экономическими возможностями страны. В связи с этим прежде всего представляется необходимым разработать прогнозы развития народного хозяйства рассматриваемого региона на три этапа перспективы общей продолжительностью порядка 30—40 лет. Принятие таких сроков позволит более правильно выбрать генеральную схему всей проблемы исходя из динамики развития народного хозяйства. Для разработки этого круга вопросов необходимо провести исследования по ряду частных вопросов. Из числа их необходимо указать следующие:

1. Выявление роли водного фактора в развитии и размещении производительных сил.

2. Установление рациональных путей использования водных ресурсов.

3. Определение требований всех отраслей народного хозяйства к воде. Для этого необходима:

— оценка оросительной нормы по природно-экономическим зонам и этапам развития с учетом технического прогресса для каждой культуры, в частности для зерновых и кормовых культур, в условиях районов неустойчивого увлажнения, какими являются особенно северные и центральные области Казахстана;

— разработка общих и порайонных водохозяйственных балансов по этапам развития и определение объема воды, который необходимо привлекать из районов с избытком стока.

4. Определение оптимальной структуры отраслей народного хозяйства, особенно водного, и их размещения, а также разработка вопросов практической организации производства различного вида материальных ценностей.

5. Определение предельно допустимых объемов изъятия стока из рек с избытком водных ресурсов и оценка необходимого объема стока для переброски в дефицитные по воде районы, а также разработка мероприятий по устранению или максимальному уменьшению отрицательных последствий изъятия стока.

6. Прогнозирование потребностей в трудовых ресурсах и разработка мероприятий по их увеличению.

7. Исследование влияния технического прогресса на технико-экономические показатели комплекса мероприятий по переброске стока.

8. Разработка системы технических и экономических мероприятий по санитарной охране водных ресурсов.

II. Большим разделом научных исследований по рассматриваемой проблеме является изучение естественно-природных условий и ресурсов и влияния на них перераспределения речного стока на огромной территории.

В данной проблеме водным благоустройством охватывается очень большая территория Союза. При полном осуществлении проблемы объем перераспределяемого стока составит несколько сот миллиардов кубометров в год. Есть все основания предполагать, что такие масштабы переброски стока окажут заметное влияние на естественно-природные условия как в зоне отбора, так и в зоне подачи воды.

Генеральная схема перераспределения водных ресурсов должна отвечать гармоничному и оптимальному развитию всех отраслей народного хозяйства на всей территории и не приводить к сильному нарушению природных условий в худшую сторону, обеспечить нормальную обстановку для развития биосферы. Для составления такой схемы, разумеется, прежде всего необходимо глубоко изучить естественно-природные условия и определить водные, земельные, минерально-сырьевые и другие естественно-природные производительные силы региона до переброски стока и прогнозировать то, что будет после ее осуществления.

Круг научных разработок по данной частной проблеме огромен по количеству и разнообразен по характеру. Из числа их наиболее актуальными являются, по нашему мнению, следующие.

1. Оценка водных ресурсов (поверхностных и подземных) и исследование изменения их режимов во времени по территории.

2 Прогнозирование изменения климата, в частности влагооборота, на территориях, где будет происходить перераспределение водных ресурсов, и в сопредельных с ними районах.

3. Оценка влияния изъятия части стока северных и сибирских рек на геофизические, термические и биофизические условия их устьевых частей и Северного Ледовитого океана.

4. Прогнозирование изменения гидрологических и гидрогеологических процессов, могущих иметь место при перераспределении большого количества водных ресурсов на огромной территории страны.

5. Исследование изменения уровенного и водно-солевого режима внутренних водоемов и морей, а также прогнозирование условий рыбоводства (с разработкой прогрессивных методов расширенного воспроизводства рыбы).

6. Определение земельного фонда и оценка его почвенно-мелиоративных условий с составлением почвенно-геоморфологических карт земель, пригодных для орошаемого земледелия, а также прогнозирование изменений почвообразовательных процессов при поливном земледелии и под влиянием климатических факторов.

7. Изучение биосферы и прогнозирование ее преобразования, а также условий развития, в частности флоры и фауны, в районах, охваченных коренным водным благоустройством.

8. Проведение селекционных работ по выбору и выведению для различных природно-экономических зон прогрессивных сортов зерновых и других сельскохозяйственных культур в условиях поливного земледелия.

III. Важнейшим разделом научных исследований по рассматриваемой проблеме является комплекс работ, связанных с разработкой оптимальной генеральной схемы водохозяйственной системы перераспределения водных ресурсов. Транспортировка большого объема водных ресурсов с очень длинными и разветвленными каналами крупных размеров и мощными насосными станциями, как указано выше, требует больших капитальных вложений и эксплуатационных издержек. В этих условиях нахождение оптимальной водохозяйственной схемы осуществления переброски стока, которая отвечала бы условиям достижения минимума расчетных затрат при заданном уровне народнохозяйственного эффекта или достижение максимального значения последнего при заданном размере затрат, представляет исследование исключительной важности. Такая разработка является очень трудной и сложной и требует проведения большого количества частных, но вполне самостоятельных исследований по целому ряду элементов водохозяйственного комплекса. Из числа их следует особо указать на следующие.

1. Исследование и выбор оптимальных створов водозабора, трассы переброски стока и водохранилищ для регулирования стока в бассейнах его отъема и на водных трактах, а также оценка вероятных их параметров и режимов.

2. Определение целесообразной последовательности осуществления отдельных составных элементов генеральной схемы переброски стока и этапов общего развития водного хозяйства рассматриваемого региона страны.

3. Разработка экономико-математической модели сложных водохозяйственных систем и межбассейновых и межзональных перебросок стока; исследование на основе ее генеральной схемы перераспределения стока и отдельных ее элементов в динамике развития. Такое исследование позволит принимать правильные решения при оценке отдельных этапов развития водохозяйственной системы, схемы ее частных звеньев и составных элементов.

4. Разработка методики комплексного регулирования стока в условиях межбассейновых и межзональных перебросок стока как в бассейнах изъятия, так и в бассейнах подачи водных ресурсов.

5. Исследование возможностей использования водных магистралей для транспортных и других целей.

6. Разработка оптимальной схемы комплексного использования гидроузлов и водных трактов.

7. Разработка генеральной схемы энергоснабжения насосных станций и развитие ГЭС и ГАЭС на водных трактах и исследование роли их в формировании и режимах электроэнергетических систем региона.

Определение объема и содержания основных научных исследований по проблеме является на сегодня одним из важнейших вопросов разработки технических аспектов ее практического осуществления. Как видно из изложенного, указанная проблема является весьма сложной, для успешного решения которой необходимы усилия многих научно-исследовательских и проектных организаций Союза и республик. Работы этих организаций должны быть проведены по единому государственному плану под непосредственным руководством Госплана СССР, Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике, Академии наук СССР.

ГЛАВА X

ВОДНОЕ БЛАГОУСТРОЙСТВО КАЗАХСТАНА НА БАЗЕ МЕСТНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Для практического осуществления переброски стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию потребуется длительное время. Первоочередной же задачей водообеспечения отраслей народного хозяйства республики, несомненно, является рациональное использование местных водных ресурсов. За их счет, как отмечено в главе VIII, в частности, можно увеличить площади орошения в 2—3 раза против современного уровня. Поэтому разумное использование местных ресурсов должно постоянно находиться в центре внимания проектных и научно-исследовательских организаций, плановых органов и министерств.

В настоящее время выявляется ряд водохозяйственных проблем, практическое осуществление которых далеко продвинуло бы развитие водного хозяйства в республике. Ниже остановимся на наиболее крупных и важных из них.

ИРТЫШСКИЙ ЭНЕРГОВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС

Этот комплекс является центральным звеном проблемы водного благоустройства одного из важнейших и крупных экономических районов республики, куда в водохозяйственном отношении входят Восточно-Казахстанская, Семипалатинская и Павлодарская области. Основные существующие и перспективные в промышленном и сельскохозяйственном отношении объекты указанных областей находятся в бассейне Иртыша.

Восточный Казахстан — это Рудный Алтай — один из крупнейших центров Советского Союза по запасам полиметаллических руд, представляющий мощнейшую базу для производства свинца, цинка, меди, серебра и ряда других цветных металлов и редких элементов. На базе этих ресурсов в данном районе уже созданы крупнейшие инду-

стриальные центры в Усть-Каменогорске, Лениногорске, Зыряновске, Иртышске. Очень большим промышленным узлом не только в Казахстане, но и в Союзе является Павлодар-Экибастузский район. Здесь созданы такие промышленные и энергетические гиганты, как экибастузские угольные разрезы, ермаковские ГРЭС и ферросплавный завод, павлодарские заводы: тракторный, алюминиевый, нефтеперегонный и другие. Семипалатинск является крупным центром производства строительных материалов (цемента и др.), продукции пищевой (мясо-молочной и др.) и легкой (кожевенной, трикотажной и др.) промышленности. Большое развитие в бассейне Иртыша получили все отрасли сельского хозяйства.

Бассейн реки Иртыш богат гидроэнергетическими ресурсами, на его долю приходится 41,8% ресурсов республики (72,1 млрд. *квт · ч*). Эта энергия в основном Иртыша (27,6%) и его притоков: Бухтармы (21,3%), Убы (4,9%), Ульбы (7,7%), Курчума (8,9%). Проектными организациями (Гидропроект и др.) выявлена возможность строительства в районе большого количества весьма эффективных гидроэлектростанций. Некоторые из них — Бухтарминская и Усть-Каменогорская — уже построены, готовится к строительству Шульбинская. Водные ресурсы Иртыша в створе Семипалатинска оцениваются в 28,4 млрд. *м*^{3}*/год*.

Бассейн Иртыша богат земельными угодьями для развития сельского хозяйства. Достаточно сказать, что на долю трех областей Казахстана (в зоне этого водного бассейна) — Восточно-Казахстанскую, Семипалатинскую и Павлодарскую — приходится 10,5 млн. *га*, или 12,2% общей площади земельного фонда Казахстана, пригодного для орошения. В обозримой перспективе обводнение территории этих областей, а также Центрального и Северного Казахстана до переброски сибирской воды в какой-то степени может быть осуществлено водами Иртыша.

Водообеспечение всех отраслей народного хозяйства данного региона может базироваться только на иртышской воде. В водных ресурсах Иртыша заинтересованы также перспективные промышленные и сельскохозяйственные районы Центрального и Северного Казахстана, поскольку местные водные ресурсы здесь далеко не обеспечивают их потребности, а ближайшим к ним внешним источником является Иртыш. Таким образом, рациональное использование стока Иртыша — важнейший вопрос водохозяйственного строительства республики.

Как отмечено в главе VII, из наличных водных ресурсов бассейна реки Иртыш в пределах Казахстана могут быть использованы около 13,4 млрд. $м^3$. Это количество далеко не обеспечивает потребностей в воде указанных выше областей республики. В связи с этим одной из главных задач является увеличение водных ресурсов Иртыша за счет стока сибирских рек. В этом плане заслуживает большого внимания предложение КазНИИ энергетики и Гидропроекта о переброске стока реки Катунь в реку Бухтарму и через нее в Иртыш в объеме до 10 млрд. $м^3$. Осуществление переброски стока Катуни в Иртыш в ближайшее время необходимо, главным образом, по следующим обстоятельствам.

1. Значительный объем стока Иртыша (~30%) поступает с территории Китайской Народной Республики, не исключено, что он будет использован на месте и поэтому водные ресурсы Иртыша (в пределах СССР) сократятся. Такое положение вызовет нарушение водного баланса реки и сильно уменьшит и без того ограниченные возможности развития поливного земледелия, гидроэнергетики и водного транспорта в ее бассейне.

2. На северо-востоке республики уже в настоящее время формируется одна из крупных электроэнергетических систем Советского Союза, с большими перспективами дальнейшего роста прежде всего за счет ГРЭС, сооружаемых на экибастузских углях. Суммарную мощность ГРЭС на экибастузских углях предполагается довести в обозримой перспективе до 20 млн. *квт*. Эта система обеспечит электроснабжение большей части территории Казахстана и его промышленно развитых и весьма перспективных в этом отношении районов — Восточно-Казахстанской, Семипалатинской, Павлодарской, Карагандинской и северных областей республики.

Как показывают специальные проработки, в перспективе на долю перечисленных областей падает около двух третей всего объема электропотребления республики. Одним из важнейших, принципиального характера вопросов развития ОЭС северо-востока Казахстана является создание для нее пиковой и полупиковой мощности. Потребность энергосистемы в такой мощности уже на уровне 1980 г. оценивается примерно в 3,5 млн. *квт*. Единственным источником получения указанной мощности здесь является гидравлическая энергия верховьев Иртыша, где представляется возможным строить крупные ГЭС. Изъятие стока Иртыша в КНР сильно ограничит и эту возможность.

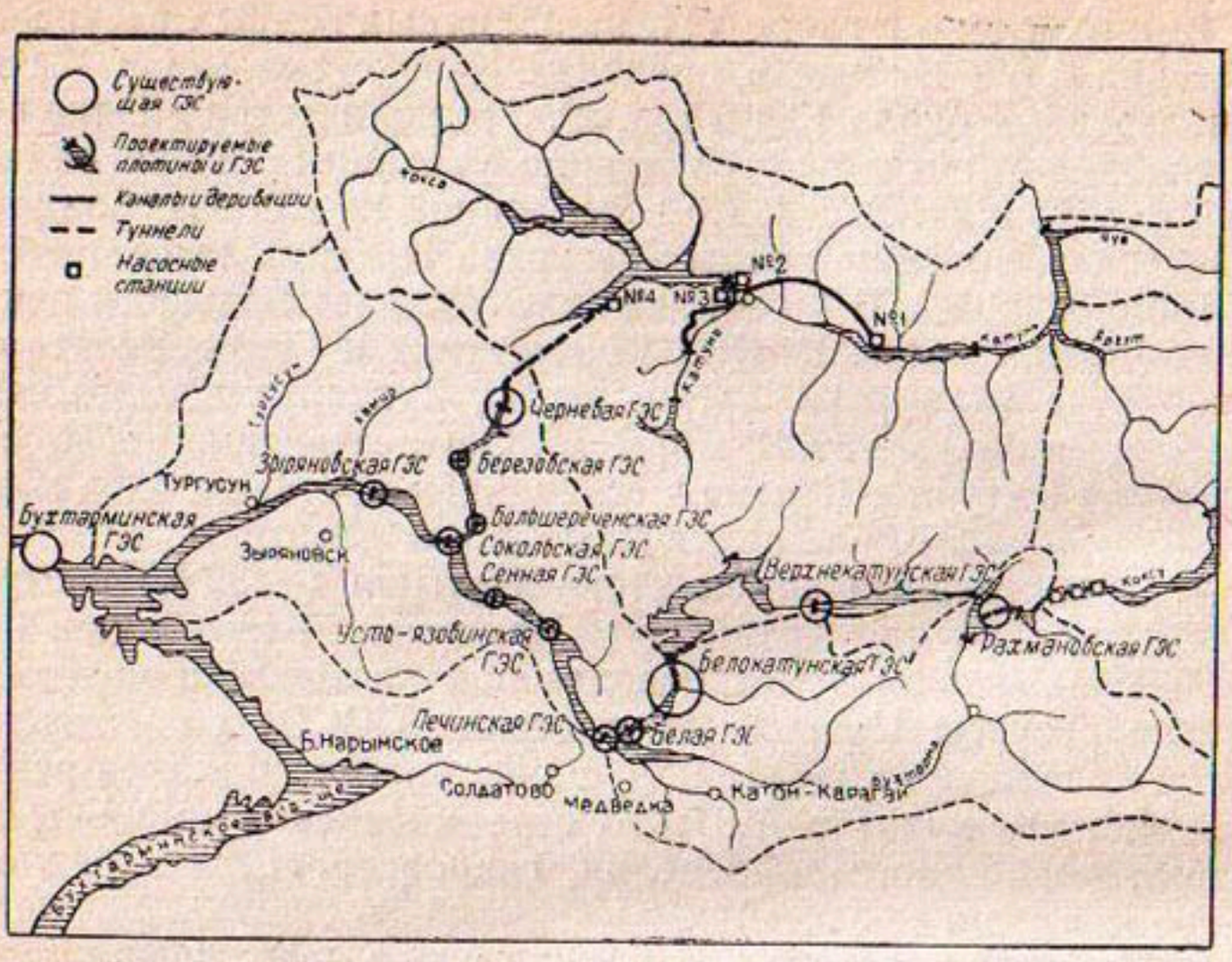


Рис. 19. Схема переброски стока Катуни в бассейн Иртыша.

Исследованиями КазНИИ энергетики (Н. С. Калачев) установлено, что на трассе переброски стока Катуни и на Бухтарме возможно строительство пиковых ГЭС суммарной мощностью 6—7 млн. *квт* и выработкой около 18 млрд. *квт · ч* электроэнергии. По схеме (рис. 19), предусматривается переброска стока верховьев Катуни и ее правого притока Аргута. Осуществление общей схемы, вероятно, начнется с переброски стока Катуни и строительства ГЭС на ее трассе, а переброска стока Аргута также со строительством ГЭС явится следующим этапом развития схемы.

В каскаде ГЭС наиболее крупной и первоочередной будет Белокатунская, общая схема которой, согласно имеющейся проработке Гидропроекта (1967 г.), следующая:

— на реке Катуни, в 5 *км* ниже впадения в нее реки Тихой, строится плотина высотой 133 *м*. Образующееся при этом водохранилище будет иметь емкость, достаточную для многолетнего регулирования стока и обеспечит среднегодовую отдачу в 2,0—2,2 млрд. $м^3/год$;

— подпор от плотины распространяется далеко вверх по реке Тихой и выклинивается вблизи водораздела (всего в 8 *км*) от правобережного притока Бухтармы реки Белой; вода из водохранилища сбрасывается в реку Белую по деривационному туннелю, пересекающему водораздел;

— в конце деривации на образующемся перепаде высотой 580 *м* сооружается Белокатунская ГЭС мощностью около 1 млн. *квт* и ежегодной выработкой 2,8 млрд *квт · ч* электроэнергии.

По проработке КазНИИ энергетики последнего времени (1971—1973 гг.) возможна переброска стока реки Катуни еще и по трассе Катунь — Кокса — Бухтарма. Схемой предусматривается сооружение нескольких плотин и водохранилищ на участке верхней и средней Катуни, машинного канала и центрального Коксинского водохранилища в долине реки Коксы, из которого перебрасываемая вода по туннелю будет поступать на Бухтарминский склон (рис. 19).

На трассе переброски намечается сооружение каскада насосных станций и гидроэлектростанций. Энергетический эффект переброски составит около 8 млрд. *квт · ч* электроэнергии в год (за вычетом потребности насосных станций). Объем стока, перебрасываемого в Бухтарминское водохранилище, оценивается в 5,0 млрд. $м^3/год$.

Схема переброски включает следующие гидроузлы:

1. На реке Катуни, ниже устья реки Чуи, водохранилище с объемом 2 млрд. $м^3$ для сезонного регулирования стока рек Чуи, Аргута и участка самой Катуни.

2. Катунское водохранилище объемом 2,3 млрд. $м^3$ ниже впадения притока Кучерлы для многолетнего регулирования стока реки Катуни.

3. На реке Коксе предполагается создание Коксинского водохранилища полезной емкостью 3,6 млрд. $м^3$ для многолетнего регулирования ее стока.

4. Для преодоления перевала между Коксу-Бухтарминским водоразделами — хребта Холзун — туннель длиной 30 *км* диаметром 5—6 *м* на расчетный расход 165 $м^3/сек$.

5. Канал на участке Уймонской степи длиной около 50 *км*, который свяжет бьефы Катунского и Коксинского гидроузлов, имеющих разность в отметках 200 *м*. На эту высоту вода поднимается насосными станциями, а перевальный участок преодолевается туннелем длиной около 7 *км*.

6. Каскад гидроэлектростанций на перепаде высотой около 700 *м* между отметками заложения туннеля и НПГ Бухтарминского водохранилища. Энергию этих ГЭС целе-

сообразно будет использовать для базовой части графика нагрузки, поскольку водопропускные сооружения тракта переброски должны иметь равномерный режим в течение года.

В решении указанных выше задач, которые делают, безусловно, необходимой переброску стока Катуни в Иртыш, Белокатунская ГЭС является первоочередным объектом, к его строительству поэтому следует приступить в ближайшее время.

Растущая потребность в пиковой мощности для Северо-Восточной электроэнергетической системы со временем потребует строительства, после Белокатунской ГЭС, и ряда других гидроэлектростанций каскада на трассе переброски. Пиковые ГЭС должны быть построены также и на самом Иртыше, и на его крупных притоках — Бухтарме, Убе и Ульбе.

Среди гидроэлектростанций, возможных к сооружению на Иртыше, особо важное место занимает Шульбинская ГЭС. Водохранилище этой гидростанции, имеющее полезную емкость 2,2 млрд. $м^3$, позволяет регулировать сток Иртыша после впадения в него притоков Убы и Ульбы и превратить Бухтарминскую ГЭС в чисто пиковую, а Шульбинскую ГЭС — в крупную станцию, способную покрывать также переменную часть графика нагрузки энергосистемы и, кроме того, обеспечивающую возможность планомерной заливки сенокосных угодий поймы реки (до принятия более рациональных мер) в пределах Павлодарской и Семипалатинской областей.

На современном этапе развития электроэнергетики все гидроэлектростанции, имеющие регулирующие емкости, должны работать в пиковом режиме, что обеспечивает оптимальное развитие энергетической системы. В этой связи совершенно необходимо реконструировать (достроить) Бухтарминскую ГЭС для работы в пиковом режиме. Это относится и к Шульбинской ГЭС, которая должна быть построена из расчета ее работы также в пиковой части графика нагрузки энергосистемы. Для указанной цели необходимо будет строительство еще и Семипалатинской гидроэлектростанции с водохранилищем для контррегулирования стока Иртыша. Это позволит максимально увязать режим работы пиковых ГЭС с режимом использования водных ресурсов Иртыша для водного транспорта, орошения, водоснабжения и искусственного затопления ниже расположенных сенокосных угодий поймы.

Зарегулирование свыше 60% стока верхней части бассейна Иртыша Бухтарминским водохранилищем вызвало нарушение естественной продуктивности луговых сенокосных угодий на пойменных землях этой реки. В естественных условиях, т. е. до сооружения Бухтарминской ГЭС, пойменные земли Иртыша затоплялись весенними паводками реки. Это обеспечивало периодическое увлажнение пойменных земель и интенсивное развитие травяного покрова. С другой стороны, паводковые воды ежегодно откладывали на пойменных землях слой «наилка», что приводило к систематическому естественному повышению плодородия пойменных земель. Однако изменчивость водности паводков вызывала и неустойчивость урожайности луговых угодий на пойменных землях. Так, в годы маловодных паводков затоплению подвергалась только часть пойменных земель и притом лишь кратковременно. Это приводило к резкому снижению урожайности трав. Наоборот, в годы с обильными паводками затоплению подвергались почти все пойменные земли, причем значительная их часть на чрезмерно длительное время. В результате многие участки поймы реки в Павлодарской и, особенно, в Омской областях периодически заболачивались, что также приводило к заметному снижению объема сенозаготовок.

Регулирование стока Иртыша Бухтарминским водохранилищем, несомненно, является прогрессивным фактором для развития всех отраслей водного хозяйства в ее бассейне. Так, не говоря уже о гидроэнергетике, для которой оно является, безусловно, определяющим, регулирование стока дает большие преимущества для водного транспорта, обеспечивает устойчивость забора воды из реки для нужд ирригации, водоснабжения и т. п.

По существу, единственным отрицательным последствием сооружения Бухтарминского водохранилища явилась ликвидация весенних паводковых разливов, которые обеспечивали довольно высокий урожай трав на сенокосных угодьях поймы. Паводки притоков, впадающих в Иртыш ниже Бухтарминского гидроузла (реки Ульба, Уба и другие), в подавляющем числе лет недостаточны для затопления пойменных земель.

В свое время не были проведены соответствующие проработки по оптимальному использованию водных ресурсов Иртыша с учетом интересов всех отраслей народного хозяйства. В результате Бухтарминский гидроузел был построен без учета нужд сельского хозяйства. Органы же сельского

хозяйства своевременно не подняли этот вопрос и не добились его положительного решения.

Институтом Ленгипроводхоз еще в 1960 г. разработано «Проектное задание по восстановлению продуктивности поймы реки Иртыш в нижнем бьефе Бухтарминской и Шульбинской ГЭС», однако по этому проекту по существу ничего не было сделано.

В настоящее время в качестве единственно возможного мероприятия по поддержанию естественной продуктивности пойменных земель осуществляются специальные попуски из Бухтарминского водохранилища. Бухтарминский гидроузел не рассчитан на такие попуски, поэтому он не может гарантировать ежегодную заливку поймы в необходимых размерах, даже при совмещении их с паводковыми расходами притоков Иртыша, впадающих ниже его створа.

Возможность заливки поймы зависит главным образом от паводковых расходов рек Убы и Ульбы. При этом необходимо, чтобы их суммарный расход был не менее 1500 *м*^{3}/*сек*. Анализ годовых гидрографов рек Убы и Ульбы показывает, что затопление пойменных земель при наличии попусков из Бухтарминского водохранилища может быть достигнуто в среднем не чаще 5—6 раз за 10 лет. Тем не менее такие попуски приходится делать ежегодно, так как достоверность гидропрогнозов по рекам Убе и Ульбе не может быть признана надежной.

В результате анализа режима стока рек Убы и Ульбы и осуществленных в течение ряда лет спецпопусков из Бухтарминского водохранилища можно сделать следующие выводы:

1. Достаточно эффективное затопление пойменных земель Иртыша спецпопусками из Бухтарминского водохранилища возможно лишь в среднем 1 раз в 2 года.

2. На Иртыше нередко наблюдаются затяжные маловодные группы лет (по 3—5 подряд). В этих условиях пойменные земли не могут служить надежной кормовой базой даже при осуществлении специальных попусков из Бухтарминского водохранилища.

3. Невозможность достоверно прогнозировать паводковые расходы на реках Убе и Ульбе предопределяет необходимость ежегодного осуществления спецпопусков, что приводит к большим потерям выработки электроэнергии на Иртышском каскаде ГЭС (порядка 300—500 млн. *квт · ч* в год).

Шульбинское и Бухтарминское водохранилища позволят практически полностью зарегулировать сток Иртыша. Это даст возможность наиболее рационально использовать земельные и водные ресурсы реки для всех отраслей народного хозяйства.

Схемой Гидропроекта и Ленгипроводхоза намечается правильное орошение земель в пойме Иртыша на площади 92,5 тыс. *га* (при одновременном проведении спецпопусков). Эти земли расположены на наиболее возвышенных участках поймы, их орошение возможно при помощи машинного подъема воды. Кроме того, орошение возможно также на плодородных землях надпойменных террас Прииртышья. В связи с развитием электрических сетей вдоль Иртыша с питанием их от крупных энергоузлов (Алтайэнерго, Павлодарэнерго и т. д), первичным двигателем для водоподъема будет электрический привод. Система правильного орошения надпойменных земель и прекращение попусков позволят повысить продуктивность пойменных земель, расположенных на низких отметках (путем их правильного орошения). Отказ от спецпопусков позволит также осушить и использовать заболоченные участки пойменных земель.

Таким образом, прекращение спецпопусков обеспечит наиболее рациональное использование водных ресурсов Иртыша и повышение продуктивности пойменных земель. Одновременно будут созданы условия для более полного использования водных ресурсов реки в целях водообеспечения промышленности, городов и сельского хозяйства огромной территории Прииртышья, Северного и Центрального Казахстана.

Все изложенное выше говорит о необходимости срочной разработки схемы комплексного использования водных и земельных ресурсов Прииртышья и сопряженных с ним областей. При этом в основу составления такой схемы должны быть положены следующие принципы:

а) последовательное внедрение интенсивных форм земледелия на пойменных землях Иртыша;

б) отказ от устройства на пойменных землях лиманов глубокого затопления;

в) последовательная подготовка к отказу от специальных попусков из водохранилища для затопления пойменных земель;

г) преимущественный переход к насосной подаче воды на прилиманные орошаемые земли;

д) осуществление мелиоративных мероприятий по осушению заболоченной части земель поймы Иртыша;

е) электрификация ирригационно-мелиоративных работ и более широкая механизация сельского хозяйства на пойменных и смежных с ними землях Прииртышья.

Для получения правильных проектных решений по этой проблеме необходимы дополнительные исследования по гидрологии, почвенному покрову, геоботанике, агротехнике, а также экономике сельского и водного хозяйства.

До практического осуществления указанных выше мероприятий должны обеспечиваться спецпопуски для залива поймы, разумеется, при минимальных объемах воды. Для этого необходимо прежде всего более достоверно прогнозировать величины паводков рек Убы и Ульбы, продолжительность и время их наступления. Наряду с этим не менее важным является проведение соответствующих исследований и разработка мероприятий по обеспечению затопления поймы в нужных размерах при минимальных затратах воды.

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО И СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Канал Иртыш — Караганда

Величайшим достижением Советского Казахстана в области водного благоустройства является канал Иртыш — Караганда, строительство которого уже закончено и он начал давать воду промышленному центру республики — Караганда-Темиртаускому узлу. Центральный Казахстан представляет в полном смысле этого слова кладовую минерально-сырьевых богатств. На базе их развиваются такие гиганты тяжелой индустрии страны, как Карагандинский угольный бассейн, Темиртауский металлургический комбинат, Джезказганский и Балхашский комбинаты по производству меди и др. Развитие этих и ряда других, а также создание многочисленных новых промышленных предприятий задерживается, главным образом, из-за нехватки воды. Такое же положение имеет место и с развитием основных отраслей сельского хозяйства, в особенности по выращиванию овоще-бахчевых культур. Канал Иртыш — Караганда позволяет удовлетворить первоочередную потребность всех отраслей народного хозяйства Павлодарской, Карагандинской, Джезказганской и частично Целиноградской областей.

Сооружения канала по ряду основных параметров и производственных показателей являются уникальными и не имеют равных как в Советском Союзе, так и в мировой практике. Для подтверждения сказанного приведем ниже, в таблице 57, данные по важнейшим, уже построенным в СССР и за рубежом искусственным водным трактам.

Таблица 57

Наименование построенных каналов	Длина, *км*	Пропускная способность, *м³/сек*	Геометрическая высота подъема воды, *м*	Примечание
Канал Иртыш — Караганда	458	75	416	
Большой Ферганский канал (БФК) им. Юсупова	350	100	—	
Голодностепский канал им. С. М. Кирова	130	400	—	
Аму-Бухарский канал	235	124	70	
Аму-Каршинский канал	120	175	132	
Каракумский канал им. В. И. Ленина	1400	550	—	Построен длиной 850 *км*
Канал Северный Донец — Донбасс	130	25	237	
Канал Днепр — Кривой Рог	42	41	100	
Колорадский акведук (США)				
а) основной тракт	380	45,5	485	
б) всего до Лос-Анжелоса	512	46,5	485	

Основные схемы, показатели и параметры канала Иртыш — Караганда характеризуются следующими данными: головной водозаборный гидроузел канала расположен на левобережной протоке Иртыша Белой (выше г. Ермака). Заканчивается канал в районе Караганды у насосной станции Карагандинского водопровода — на 458 *км* трассы.

Канал проходит по территории Павлодарской (272 *км*) и Карагандинской (186 *км*) областей, 354 *км* трассы проходит по каналам, 101 *км* — по водохранилищам и 3 *км* — по насосным станциям и дюкеру.

Иртышская вода на 445 *км* трассы канала сбрасывается по одной ветке в реку Нуру и далее в Самаркандское водохранилище для нужд Темиртауского металлургического комплекса, а по другой — Карагандинскому промышленному узлу.

Производительность насосной станции головного водозаборного гидроузла 75 *м*³/*сек*, пропускная способность канала 2000 млн. *м*³ в год, в том числе полезная отдача — 1720 млн. *м*³.

На канале построены 22 насосные станции с установленной мощностью 350 тыс. *квт*, которые в расчетный год будут потреблять 2200 млн. *квт* · *ч* электроэнергии. Статическая высота подъема воды на водоразделе рек Шидерты и Нуры 416 *м*. На насосных станциях № 1—4 установлено по 4 агрегата, на остальных станциях — по 3. Производительность отдельных насосов 15—19 *м*³/*сек*.

Канал имеет два резервных водохранилища: Экибастузское на 133 *км* трассы и Туздинское на 437 *км*. Полезная емкость Экибастузского водохранилища 11,05 млн. *м*³, Туздинского — 22,4 млн. *м*³.

В водном балансе канала Иртыш — Караганда предусмотрено орошение 120 тыс. *га*, в том числе: в Павлодарской области — 55 тыс. *га* регулярного и 20 тыс. *га* лиманного и в Карагандинской области — 45 тыс. *га* регулярного орошения. Общая схема канала представлена на рисунке 20.

В настоящее время в качестве головного водозабора в канал Иртыш — Караганда используется левый рукав реки — протока Белая. Свое начало она берет у с. Белогорье, а вновь сливается с Иртышом в районе г. Ермака. Близ пос. Беловки южнее г. Ермака, на протоке Белой построено водозаборное перегораживающее сооружение, которое подпирает уровень воды в ней до отметки 112,0 *м*. Здесь же построена и головная насосная станция № 1, подающая воду в канал Иртыш — Караганда. К сожалению, схема водозабора из протоки Белой, как показали исследования КазНИИ энергетики, не сможет обеспечить бесперебойную водоподачу в канал Иртыш — Караганда и поэтому должен быть рассмотрен и решен вопрос его надежного головного питания. Между тем всего в 10 *км* от головы канала расположены водозаборные сооружения Ермаковской ГРЭС (на расход воды до 85 *м*³/*сек*). Эти сооружения могут быть использованы для дополнительного питания канала Иртыш — Караганда путем подачи в него отработанной на ГРЭС воды по соединительному каналу длиной около 12 *км* (с одной ступенью водоподъема на высоту ⟨ 20 *м*).

Отвод теплой воды ГРЭС в канал Иртыш — Караганда потребуется не только в зимние месяцы, когда поступление воды в протоку Белую может резко сократиться в

результате ледо-шуговых затруднений, но и для подачи воды в новые районы водопотребления и предотвращения возможных осложнений с водоснабжением Павлодарского промышленного района из-за ухудшения качества иртышской воды за счет сбросных вод ГРЭС.

Идея водообеспечения Центрального Казахстана за счет переброски части стока реки Иртыш и строительство для этой цели соответствующего канала нами была высказана еще в 1949 г. на Карагандинской выездной сессии Академии наук Казахской ССР. Все предпроектные исследования по проблеме в целом и по каналу Иртыш — Караганда, в частности, под нашим руководством проведены Казахским научно-исследовательским институтом энергетики при участии ряда институтов Академии наук КазССР: геологических наук, почвоведения, ботаники и сектора географии. Результаты научных разработок по каналу позволили выявить основные его параметры и технико-экономические показатели. Полученные данные послужили основанием для постановки в 1957 г. вопроса перед руководящими органами о проектировании и строительстве канала Иртыш — Караганда. С тех пор прошло уже 18 лет, за это время многие моменты и аспекты проблемы водообеспечения народного хозяйства Центрального Казахстана и прилегающих к нему районов республики в результате продолжавшихся различными организациями научно-исследовательских и проектных работ стали более ясными. В настоящее время доказана необходимость и экономическая целесообразность развития канала в направлении Джезказганского и Атасуйского промышленных районов, Целинограда и Кустаная. Следует указать, что подача воды из Иртыша для Джезказганского промышленного района была предусмотрена первоначальной общей схемой, предложенной КазНИИ энергетики.

Джезказганская ветка канала Иртыш — Караганда

В развитии производительных сил Казахстана и страны в целом большое значение имеют Джезказганский, Атасуйский и Четский промышленные районы Джезказганской области, так как они исключительно богаты железными и марганцевыми рудами, цветными металлами (медь, свинец, цинк, никель, кобальт), а также благородными и редкими металлами и рассеянными элементами.

Железные руды представлены месторождениями: Атасуйским, Карсакпайским, Кентюбе-Тогайским, Атансорским. Из них наиболее крупным является Атасуйское, про-

мышленно-разведанные запасы руд в котором составляют несколько сот миллионов тонн.

Марганцевые руды находятся в Джезказганском, Атасуйском, Муржикском месторождениях. Наиболее крупным является Джездинское, которое в настоящее время эксплуатируется.

По запасам медных руд данный район является уникальным в Советском Союзе. Здесь сосредоточены значительные запасы меди страны и Казахстана. Крупнейшим месторождением меди, занимающим первое место в Союзе, является Джезказганское. На базе его руд в настоящее время строится мощнейший Джезказганский медный комбинат, первая очередь которого — медеплавильный завод, обогатительная фабрика и др.— введены в строй и успешно выпускают продукцию.

Наряду с медью здесь имеются большие запасы свинца, цинка, серебра и других ценных металлов, общее количество полезных компонентов составляет около 25.

Следующими крупными месторождениями меди в районе являются Коунрад и Саяк — ближайшие рудные базы Балхашского медеплавильного завода.

В Центральном Казахстане выявлен также ряд месторождений свинца (Карагайлы, Алайгыр, Аксаран, Акжал, Узунжал, Кужалы, Бестюбе и др.).

Рассматриваемый нами район по удельному весу запасов молибдена и вольфрама занимает одно из первых мест в СССР. Выявлены такие месторождения указанных руд, как Шалгия, Верхнее Кайракты, Джанет, Батыстау и др. Среди них наиболее крупным является Верхнее Кайракты, где сосредоточены большие запасы вольфрамовых руд.

Освоение богатейших минерально-сырьевых ресурсов данного района задерживается главным образом из-за недостатка воды. В связи с этим развитие канала Иртыш — Караганда и подвод воды от него к указанным выше весьма перспективным для промышленного развития узлам является мероприятием общегосударственной важности.

В настоящее время уже составлен проект этой ветки канала Иртыш — Караганда, согласно которому основные показатели схемы водоснабжения Джезказганского, Атасуйского и Четского промрайонов следующие (рис. 20).

Вторая очередь канала Иртыш — Караганда предназначается для удовлетворения потребностей в воде промыш-

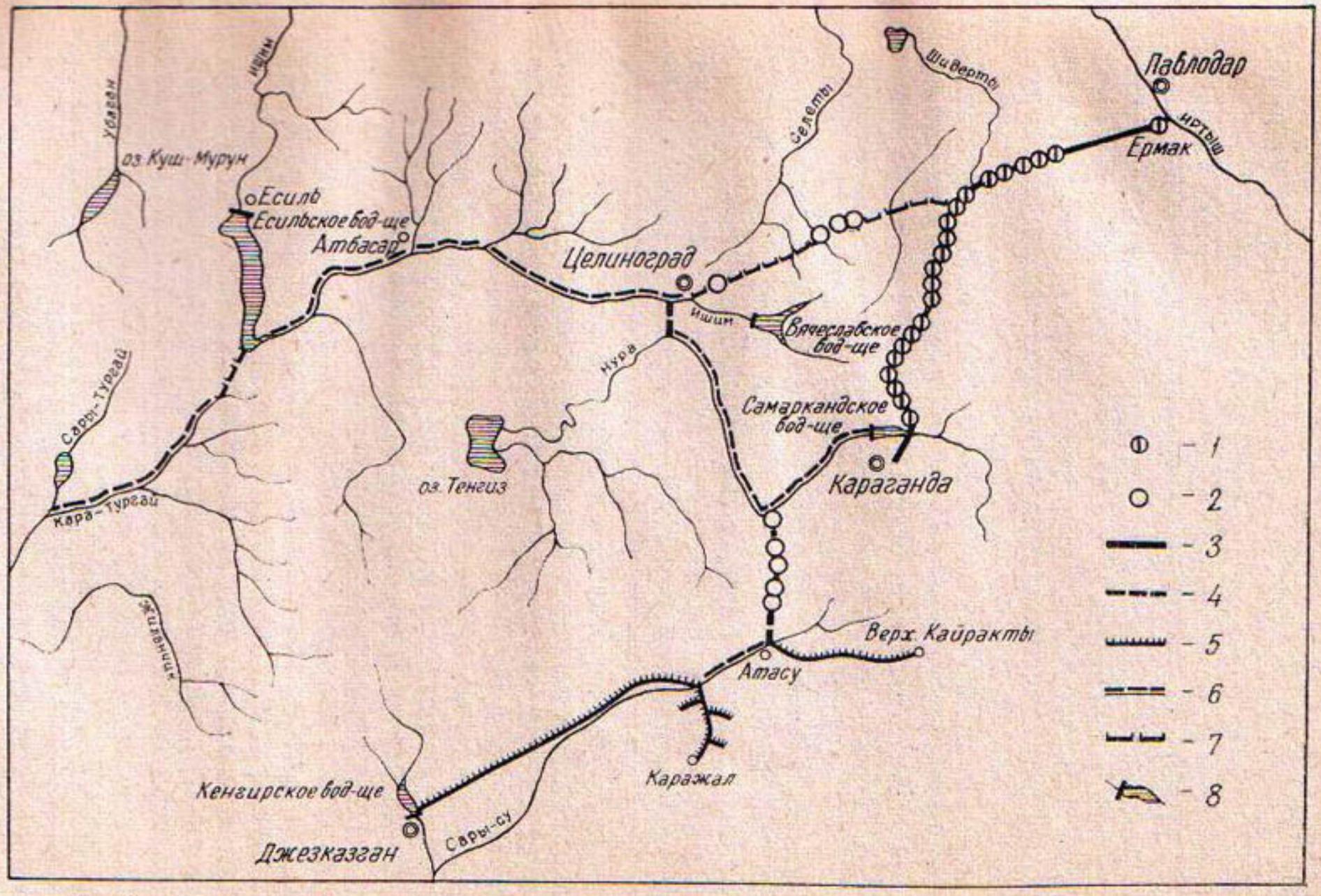


Рис. 20. Схема канала Иртыш — Караганда и возможные трассы его развития. *1* — насосные станции существующие; *2* — то же, проектируемые; *3* — каналы существующие; *4* — то же, проектируемые; *5* — трубопроводы; *6* — участки рек, используемые под каналы; *7* — Целиноградская ветка канала; *8* — водохранилища.

ленности и сельского хозяйства Джезказганского, Атасуйского и Четского промрайонов, где уже имеет место заметный дефицит водных ресурсов.

Отбор воды из канала Иртыш — Караганда в ближайшей перспективе составит порядка 350 млн. *м³/год.*

Тракт водоподачи разбивается на 4 основные участка: магистральную часть, Джезказганский, Атасуйский и Верхне-Кайрактинский водоводы. В первую очередь намечается строительство магистрального канала и водоводов в Джезказганском и Атасуйском направлениях. Строительство Верхне-Кайрактинского водовода предусмотрено во вторую очередь.

Магистральный участок тракта от Самаркандского водохранилища на реке Нуре до регулирующего водохранилища на реке Актасты имеет общую длину 284 *км*, в том числе по руслу Нуры — 140 *км*, по каналу — 102 *км*, по руслу реки Карасу — 7 *км* и водоводу — 35 *км*.

Проектируемый магистральный канал забирает воду из Самарского гидроузла на реке Нуре и подает в регулирующее водохранилище на реке Актасты. Канал запроектирован на пропуск максимального расхода 18 *м³/сек*. Для преодоления водораздела рек Нуры и Сарысу на канале намечено строительство пяти последовательно расположенных насосных станций с суммарной высотой водоподъема 115 *м*. Водохранилище в конце канала емкостью 29 млн. *м³* предназначается для перерегулирования расхода воды канала в режим водоводов.

Магистральный водовод представляет собой часть общей трассы от насосной станции на регулирующем водохранилище до ответвления на Каражал. Проектом принят вариант раздельной водоподачи по Джезказганскому и Атасуйскому направлениям. Водовод запроектирован из двух ниток стальных труб диаметром 1400 и 1000 *мм* и рассчитан на пропуск расхода 4,28 *м³/сек*.

Джезказганский водовод начинается от Актастинского водохранилища и заканчивается Кенгирским водохранилищем. Общая длина трассы 297 *км*. Водовод запроектирован из стальных труб диаметром 1400 *мм*. На трассе водовода намечено строительство 3 насосных станций с напором по 100 *м* каждая. Насосные станции будут оборудованы 5 насосами с расчетным расходом по 0,87 *м³/сек*.

Атасуйский водовод ответвляется от магистрального на 35 *км* трассы. Он запроектирован из стальных труб диаметром 1000 *мм*, на расчетный расход трубопровода

1,34 *м³/сек*. Подача воды в объеме 43,8 млн. *м³/год* обеспечивается специальной насосной станцией.

На 136 *км* трассы Джезказганского водовода начинается Жайремский водовод. Водоподача по нему обеспечивается насосной станцией Джезказганского водовода. Годовой объем водоподачи составляет 9 млн. *м³*.

Суммарная установленная мощность насосных станций первой очереди строительства составляет 37,2 тыс. *квт*. Расход энергии — свыше 187 млн. *квт · ч/год*.

Верхне-Кайрактинский и Коктенкольский водоводы ответвляются от магистрального на 20 *км* трассы. Водовод длиной 124 *км* рассчитан на пропуск расхода 1,97 *м³/сек*. Для преодоления геодезической высоты водоподъема порядка 300 *м* на водоводе запроектированы 3 насосные станции. Строительство водовода, очевидно, осуществится после завершения Джезказганского и Атасуйского водоводов.

В настоящее время уже начато строительство Джезказган-Атасуйской ветки канала Иртыш — Караганда.

Целиноградская ветка канала Иртыш — Караганда

Большое место в развитии производительных сил Казахстана и страны в целом занимают северные области Казахстана — Целиноградская, Тургайская, Кустанайская, Кокчетавская, Северо-Казахстанская.

Но долю этих областей приходится около 65% производимой в республике пшеницы и, как это следует из данных, приведенных в главе VIII, 29% потенциально возможной площади орошения.

В Кустанайской области находятся богатейшие запасы железных руд (85% всех запасов республики и около 13% общесоюзных). Здесь расположены такие мощные железорудные месторождения, как Соколовско-Сарбайское, Лисаковское, Аятское и Качарское. На Соколовско-Сарбайском месторождении созданы крупнейшие в стране карьеры, где годовая добыча магнетитовой железной руды в настоящее время доведена до 30 млн. *т*, построена первая очередь Лисаковского горно-обогатительного комбината.

На территории Кустанайской и Тургайской областей находится богатейший буроугольный бассейн — Тургайский, с промышленными запасами около 6,3 млрд. *т* у. т. (свыше 60% промышленных запасов всех бурых углей Казахстана).

В Тургайской области располагается также крупнейшее в стране Амангельдинское месторождение высококачественных бокситов.

Дальнейшее развитие отраслей народного хозяйства, освоение минерально-сырьевых богатств и повышение производительности труда в регионе может тормозиться нехваткой водных ресурсов. По данным НИИ экономики при Госплане КазССР и КазНИИ энергетики, общая потребность в воде рассматриваемого региона на уровне II этапа составит около 2,9 млрд. $м^3$. Вода необходима главным образом для покрытия потребностей промышленных предприятий, ТЭС и городского населения, регулярного орошения огородно-бахчевых культур, орошения (регулярного и лиманного) кормовых культур с целью создания страхового фонда для получения гарантированной продукции животноводства.

Суммарные водные ресурсы местных рек (Ишима и Тобола), возможные к практическому использованию при зарегулировании их стока, равны 700 млн. $м^3/год$. Для водообеспечения городского и сельского населения могут быть использованы подземные воды, вероятно, порядка 100 млн. $м^3/год$. С учетом этих ресурсов общий объем необходимого подпитывания рассматриваемого региона водой из соседних районов составит примерно 2,1 млрд. $м^3$. Подвод воды в данный район потребует довольно крупных капиталовложений и длительного времени для осуществления. В связи с этим основные сооружения водного тракта должны быть рассчитаны на расход воды значительно больший, чем указано выше. Возможно, целесообразно будет принять расчетный расход воды 80—100 $м^3/сек$, или 2,5—3,0 млрд. $м^3/год$. При этом следует также учитывать в перспективе возможность подачи воды сибирских рек в этот район из магистрального канала, трасса которого пройдет через Тургайский прогиб в направлении Аральского моря.

Вопросами разработки технических мероприятий для водообеспечения данного региона занимались КазНИИ энергетики и Гидропроект. Проработками этих организаций показано, что единственным внешним водным источником для рассматриваемого района является река Иртыш.

Генеральной схемой водообеспечения народного хозяйства Казахстана (1965 г.) для подачи иртышской воды в Кокчетавскую, Северо-Казахстанскую и Кустанайскую области Гидропроект предусматривает строительство канала Иртыш — Ишим — Тобол. Водозабор в этот канал намечено осуществить из Иртыша южнее села Иртышского. Канал транспортирует воду до Сергеевского водохрани-

лища на Ишиме. Протяженность его на этом участке 608 *км*. От указанного водохранилища до реки Тобол (Каратомарского водохранилища) намечена трасса канала Ишим — Тобол длиной 320 *км*. Общая длина канала Иртыш — Ишим — Тобол, таким образом, составит 930 *км*, высота насосного водоподъема 130 *м*, расход подаваемой воды по трассе 2200 млн. $м^3$, или 70 $м^3/сек$.

Реализация описанного варианта переброски иртышской воды на территорию указанных выше областей в ближайшей перспективе едва ли будет целесообразной. Это объясняется тем, что канал имеет очень большую холостую часть, в пределах которой нет водоемких потребителей. К тому же сравнительно небольшой расход подаваемой воды по такой длинной трассе не оправдывает крупных капиталовложений. Однако данная трасса (до Тургайского прогиба) может оказаться заслуживающей внимания при переброске большого объема стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию.

Кустанайский промышленный район, вероятно, получит воду сибирских рек из магистрального канала, идущего через Тургайский прогиб по схеме «Анти-Тобол» или из Целиноградской ветки канала Иртыш — Караганда.

Вопросами разработки принципиальной схемы водообеспечения рассматриваемого региона республики Казахский НИИ энергетики занимается еще с 1950-х годов. В результате проведенных исследований (включая экспедиционные) была разработана оптимальная схема использования стока рек Ишима и Тобола. Эта схема предусматривала строительство ряда водохранилищ на Ишиме — Вячеславского, Есильского (Державинского) и Сергеевского и на Тоболе — Верхне-Тобольского и Каратомарского. В настоящее время эта схема почти полностью осуществлена, все указанные водохранилища, за исключением Есильского, построены и успешно эксплуатируются.

Продолжая исследования по водообеспечению народного хозяйства республики, КазНИИ энергетики разработаны основные положения и в 1968 г. внесено предложение в руководящие органы Казахстана о переброске части иртышской воды в северные области республики путем строительства Целиноградской ветки канала Иртыш — Караганда. Общая схема транспортировки воды сводится к следующему (рис. 20):

а) вода из Иртыша до Шидерты перебрасывается по уже построенному каналу Иртыш — Караганда, используя

его избыточную пропускную способность (до 30 *м*³/*сек*); для обеспечения пропуска дополнительного расхода воды потребуется соответствующее увеличение сечения канала;

б) от Шидертинского водохранилища (на трассе канала Иртыш — Караганда) берет начало Целиноградская ветка (с отметки 218 *м*) и заканчивается включением в русло реки Ишим в районе Целинограда (отметка 331,0 *м*);

в) возможны два варианта трассы канала (ветки). По одному из них (северному) она проходит через район Бощекуля, огибает с севера отроги гор Ерейментау и далее следует по долине реки Селеты до водораздела с Ишимом; по второму (южному) варианту трасса прокладывается, в основном, параллельно железнодоржной магистрали Павлодар — Целиноград и проходит вблизи г. Ерейментау;

г) наивысшая отметка водораздела между реками Селеты и Ишим в обоих вариантах одинакова и равна 350,0 *м*. Для преодоления этого водораздела предусматривается сооружение шести насосных станций, каждая с высотой подъема воды в 20 *м* (по типу осуществленных на канале Иртыш — Караганда);

д) общая протяженность трассы по северному варианту 308 *км*, из них на протяжении 65 *км* используется русло реки Селеты. Длина трассы по южному варианту 269 *км*. Участки, совмещенные с руслами рек, в этом варианте отсутствуют;

е) по северному варианту первые 160 *км* трассы характеризуются значительной изрезанностью рельефа местности (междуречье рек Оленты и Селеты). По трассе южного варианта рельеф местности более спокойный, однако на отдельных ее участках, вероятно, нельзя будет избежать сравнительно глубоких выемок при пересечении водораздела между притоками Селеты.

Ниже Целинограда иртышская вода на протяжении 380 *км* проходит по руслу Ишима и поступает в Есильское водохранилище. Это водохранилище необходимо строить в ближайшие годы для регулирования естественного режима стока реки Ишим. В предлагаемом варианте развития системы канала Иртыш — Караганда оно явится узловым пунктом распределения иртышской воды между кустом потребителей, в состав которого входят промышленные объекты Аркалыка, Державинки, Есиля, а также Кушмуруна и Кустаная (до поступления сибирской воды через Тургайский прогиб). От этого водохранилища нетрудно подавать

воду в р. Тургай. Осуществление такой подачи технически несложно и сопряжено только с коротким прокопом (длиной 30—40 *км*), глубиной до 60 *м* или с перекачкой воды через водораздел на высоту около 60 *м*.

Легко осуществимая по природным условиям водная связь бассейна Ишима с бассейном Тургая придает Есильскому гидроузлу, если его рассматривать в сочетании с предлагаемым вариантом подпитывания Ишима из Иртыша, особое хозяйственное значение. При этом следует иметь в виду большие перспективы дальнейшего развития создаваемого водного тракта Иртыш — Целиноград — Ишим, гармонично увязывающегося с намечаемой переброской части стока сибирских рек в южные районы страны. В плане разрабатываемой в настоящее время технической схемы переброски он может рассматриваться как один из возможных вариантов широтной магистрали, транспортирующей сток сибирских рек в возвышенные районы бассейна Аральского моря и бывшие целинные земли Северного Казахстана.

Следует тщательно проанализировать трассу водной магистрали переброски сибирской воды в районы орошения Казахстана, расположенные на более высоких отметках. Направление Целиноградской ветки, как показывают наши предварительные рассмотрения, может оказаться предпочтительнее для таких районов, чем трасса через Тургайский прогиб по системе «Анти-Тобол». Для такого вывода имеются следующие предпосылки общего характера.

По Целиноградской ветке, как указано выше, возможно подавать иртышскую воду в Есильское водохранилище, имеющего отметку 239 *м*. При этом высота подъема воды насосными станциями (для преодоления водораздела между реками Иртыш и Ишим) составляет 218 *м*. Отметка до водораздела между реками Ишим и Тургай (в районе Есильского водохранилища) равна 300 *м*. Следовательно, при варианте Целиноградской ветки суммарный водоподъем составит 279 *м*. При варианте трассы через Тургайский прогиб забор сибирской воды в первую очередь, вероятно, будет с отметки 35 *м* (отметка в устье р. Тобола). Следовательно, высота подъема до отметки 300 *м* составит 265 *м*, т. е. разность в высотах водоподъема до отметки Ишим-Тургайского водораздела составит порядка 14 *м*. Таким образом, по данному показателю оба варианта в целом можно считать равноценными.

Если условно для сравнения принять пересечения вер-

ховьев реки Тургай примерно на отметке 250 *м*, то суммарная их длина составит в варианте:

а) Иртыш (у г. Ермака) — Целиноград— р. Ишим — р. Тургай около 900 *км*;

б) Иртыш (устье р. Тобол) — р. Тобол — Тургайский прогиб — р. Тургай около 1500 *км*.

Таким образом, трасса через Тургайский прогиб при подъеме воды до отметки 250 *м* (до уровня этой отметки расположено около 20 млн. *га* перспективной площади орошения региона — бассейна Аральского моря и Северного Казахстана) даст длину водовода примерно на 600 *км* больше, чем трасса через Целиноград — Ишим.

Таким образом, трасса Целиноград — Ишим значительно короче Тургайской, что может служить довольно веским доказательством относительной ее выгодности.

С другой стороны, магистральный водовод через Тургайский прогиб идет по руслам рек Тобол и Убаган на протяжении 1250 *км* (против течения), а сравниваемая вторая трасса — по реке Ишим на протяжении 380 *км* (по течению). В этом отношении Тургайский вариант как будто имеет преимущество перед вторым, но при этом следует иметь в виду, что использование русла реки для транспортировки воды против течения значительно сложнее, чем по течению.

Все изложенное дает основание считать, что Камень-на-Оби-Иртыш-Целиноград-Ишим-Тургайская трасса переброски стока сибирских рек в относительно высокорасположенные массивы земель бассейна Аральского моря и Северного Казахстана может быть одним из возможных вариантов и поэтому следует ее рассмотреть В/О Союзводпроект, ответственному за проект переброски стока рек Сибири в Казахстан и Среднюю Азию.

В настоящее время для подпитывания р. Ишим построен соединительный канал Нура — Ишим протяженностью 25 *км*, по которому из канала Иртыш — Караганда вода подается в Ишим до 10 $м^3/сек$. Канал запроектирован самотечным на пропуск максимального расхода 12,3 $м^3/сек$. Годовой объем забираемой в канал воды составляет 225 млн. $м^3$. Из этого количества воды на водоснабжение Целинограда выделяется 88,7 млн. $м^3$ и потребителям, расположенным по Ишиму ниже Целинограда,— 118,7 млн. $м^3$ (остальной объем воды теряется на фильтрацию из канала).

В месте забора воды в канал на реке Нуре построена низконапорная водоподъемная плотина — Преображенский

гидроузел. В конце канала на левом берегу Ишима предусмотрена насосная станция производительностью 3,36 $м^3$/сек для подачи воды по водоводу на площадку фильтровальной станции в Целинограде. Водовод протяженностью 12 *км* запроектирован из двух ниток стальных труб диаметром до 1000 *мм*.

Канал Нура — Ишим следует рассматривать как временное и частичное решение вопроса по следующим соображениям.

Подача иртышской воды в район Целинограда, имеющего отметку над уровнем моря 330 *м*, с использованием канала Иртыш — Караганда, русла Нуры и канала Нура — Ишим сопряжена с закачкой воды на общую высоту 417 *м*. Неоправданная высота подъема в этом варианте составляет 417—330=87 *м*. Подача воды в эту же точку по Целиноградской ветке связана с подъемом ее на высоту 330—112=218 *м*. Таким образом, строительство Целиноградской ветки позволяет снизить суммарную высоту подъема иртышской воды на 188 *м* и тем самым значительно снизить себестоимость подаваемой в Ишим воды.

Все возрастающая потребность в воде в системе концевого участка канала Иртыш — Караганда жестко лимитирует допустимые объемы сбросов иртышской воды по Нуре и Ишиму. Только строительство Целиноградской ветки способно кардинально решить задачу полного водообеспечения Целинограда и промышленных районов, расположенных ниже по Ишиму. Вариант подпитывания реки Ишим по каналу Нура — Ишим (в объеме 225 млн. $м^3$/*год*) не решает проблемы.

К этому надо добавить, что, пройдя около 300 *км* по руслу Нуры, иртышская вода, бесспорно, снизит свои качественные показатели за счет вредных сбросов промышленных и сельскохозяйственных предприятий, что также должно быть принято во внимание.

Один из важнейших вопросов водного хозяйства северных областей Казахстана — водообеспечение населенных пунктов. Этот вопрос встал особенно остро в связи с широким освоением целинных и залежных земель и организацией большого количества совхозов. За последние 15—20 лет проведены значительные работы по водоснабжению населенных пунктов Северного Казахстана. Для этих целей, в частности, построено большое количество магистральных и распределительных трубопроводов. Краткие сведения по ним приведены в таблице 58.

Таблица 58

Основные показатели крупнейших обводнительных групповых водопроводов Северного Казахстана по состоянию на 1972 г.

Название водопровода	Область	Водоисточник	Протяженность, *км*	Площадь обводнения, тыс. *км²*	Водопотребление, тыс. *м³/сут.*
Кустанайский	Кустанайская	р. Тобол	Более 900	18,0	66,0
Ишимский	Кустанайская	р. Ишим	1776	22,0	60,5
Булаевский	Северо-Казахстанская	р. Ишим	1754	23,0	57,0
Павлодарский	Павлодарская	р. Иртыш	903	15,5	23,4
Нуринский	Целиноградская	р. Нура	964	14,5	61,5
Пресновский	Целиноградская	реки Ишим, Тобол	3141	32,0	184,8

По прогнозным данным, в обозримой перспективе строительство обводнительных водоводов будет развиваться в еще больших масштабах.

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

В этот регион обычно включаются две области — Алма-Атинская и Талды-Курганская, а также столица республики — Алма-Ата. Общий земельный фонд района составляет 22,4 млн. *га,* из них пригодных для орошения (без сложной мелиорации) — 4,2 млн. *га.* Эти области занимают заметное место в экономике республики. В настоящее время на их долю приходится 8,2% общего земельного фонда, около 5% освоенной под пашни площади, 6,4% земель, пригодных для орошения, 41,6% гидроэнергетических и 23% водных ресурсов республики. Хозяйство областей имеет главным образом сельскохозяйственное и овоще-бахчевое направление. В настоящее время здесь выращивается: кукурузы на зерно — 63%, табака — 100%, винограда — 45%, сахарной свеклы — 46% от общего урожая этих культур в Казахстане. Площадь плодово-ягодных насаждений составляет 44%, орошаемая площадь — 35%, поголовье овец — 18%,

крупного скота — 2,9% улова рыбы — 9% от соответствующих показателей по Казахстану в целом.

Промышленность района представлена заводами машиностроения, предприятиями легкой и пищевой промышленности и несколькими небольшими рудниками цветной промышленности.

Район беден топливно-энергетическими ресурсами, в связи с этим энергетика его в будущем может основываться на гидроэнергетических ресурсах, дальнепривозном топливе и ядерном горючем.

Климатические условия на большей части территории района характеризуются длительным безморозным периодом и высоким уровнем солнечной радиации. Наличие здесь обширного земельного фонда и значительных водных ресурсов делают район одним из наиболее перспективных в Казахстане для развития орошаемого земледелия и животноводства.

Оросительная способность водных источников данного региона в настоящее время составляет 1,28 млн. *га*, а при полном регулировании их стока — 1,9 млн. *га*.

Орошаемое земледелие сосредоточено главным образом в предгорной зоне — на конусах выноса рек. В настоящее время здесь орошается площадь 460 тыс. *га*.

Как указано в главе VII, все пригодные для орошения земли расположены на относительно высоких отметках (в пределах 300—500 *м* находится 31%, 500—700 *м* — 24%, а выше 750 *м* — 45%). Целесообразность подачи воды сибирских рек в этот район требует специального экономического обоснования.

В пределах рассматриваемого района сосредоточено 71,6 млрд. *квт · ч* потенциальных гидроресурсов, что составляет более 40% запасов гидроэнергии Казахстана. Используется лишь незначительная их часть — в настоящее время действует около 20 ГЭС общей мощностью порядка 500 тыс. *квт · ч*. Среди них самой крупной является Капчагайская ГЭС мощностью 434 тыс. *квт*. Степень использования экономического потенциала гидроэнергии составляет всего лишь около 10%.

Комплексное (энергетическое и ирригационное) использование местных водных ресурсов, таким образом, является важнейшей и ключевой проблемой развития всего народного хозяйства района.

Рыбное хозяйство района занимает ведущее место в республике (50% всего улова), а озеро Балхаш в нем — основной промысловый водоем. В настоящее время разработаны меры по дальнейшему росту воспроизводства рыбы в озере Балхаш, что, по расчетам специалистов, позволит увеличить улов рыбы в обозримой перспективе до 300 тыс. *ц* в год.

Промысел ондатры (в дельте Или) получил довольно широкое развитие. Намечены мероприятия по обводнению ондатровых угодий и дальнейшему увеличению промысла ондатры.

Судоходство осуществляется по реке Или (570 *км*) и озеру Балхаш. В связи с созданием Капчагайского водохранилища возрастут перевозки водным транспортом по Или.

Основной водной системой Юго-Восточного Казахстана является Или-Балхашская, на ее долю падает 85% водных

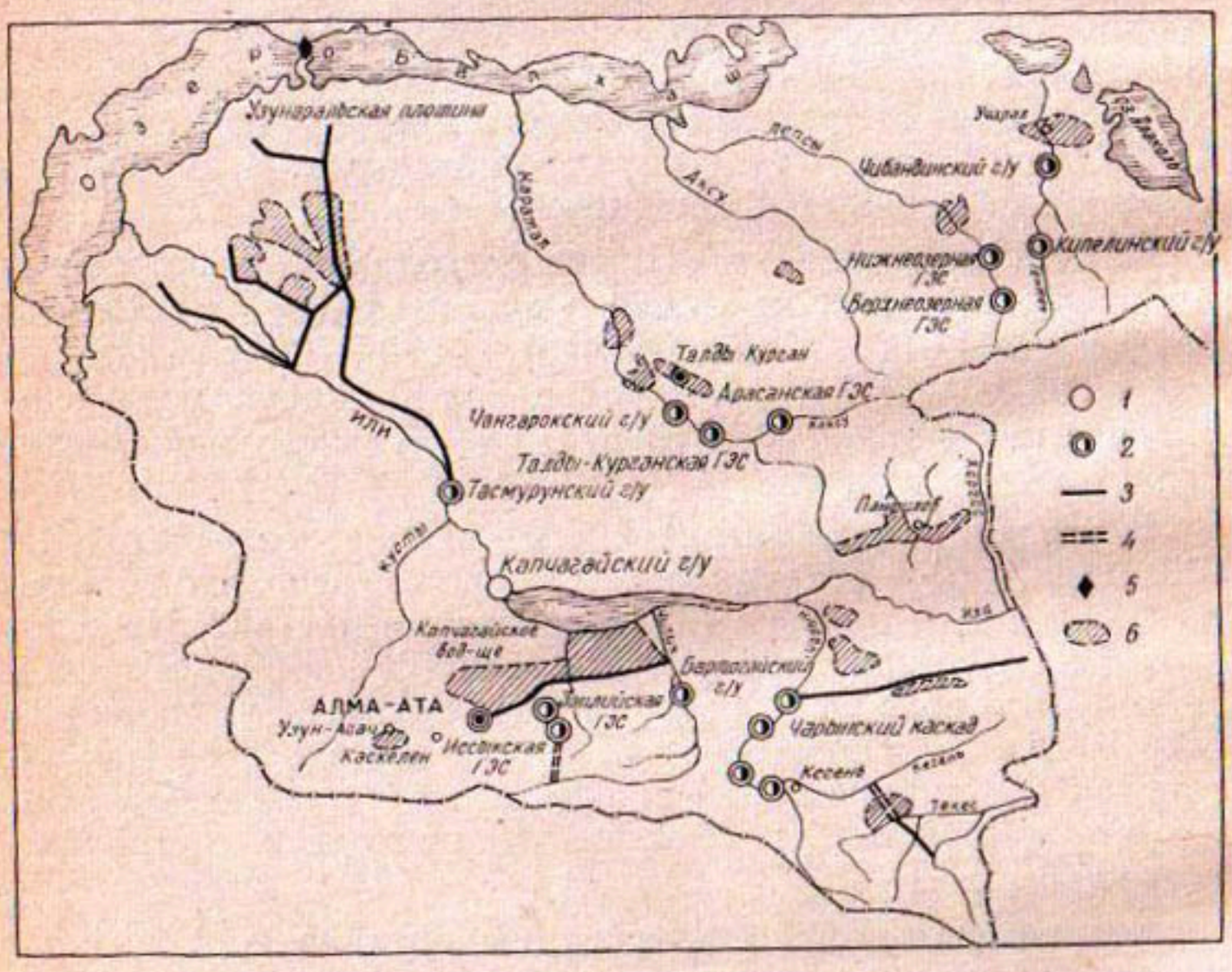


Рис. 21. Балхаш-Илийская водная система. *1* — действующие гидроузлы; *2* — проектируемые гидроузлы; *3* — каналы; *4* — туннели; *5* — плотина; *6* — орошаемые площади.

ресурсов этого района (рис. 21). Из числа рек, впадающих в озеро Балхаш, самой крупной является Или. Сток ее, равный 15 млрд. $м^3$, составляет примерно 80% общего притока в озеро Балхаш. На долю бассейна Или приходится 54,4% гидроэнергетических ресурсов, около 80% земель, пригодных для орошения.

В водном благоустройстве района, таким образом, решающая роль принадлежит реке Или. На это значение Или обращали и обращают внимание многие научные и проектные организации и отдельные специалисты. В изучении земельных, водных, гидроэнергетических и других ресурсов бассейна Или и рациональных путей и схем использования их внесли большой вклад КазНИИ энергетики и Казфилиал Гидропроекта.

Институт энергетики этим вопросом начал заниматься с 50-х годов. При участии ряда институтов Академии наук КазССР (почвоведения, ботаники, геологических наук, экономики) в 1944 г. институт организовал комплексную экспедицию по Или. Эта экспедиция под нашим руководством в течение 5 лет (до 1949 г.) провела большую работу по изучению водных, гидроэнергетических, земельных, растительных и других ресурсов, а также рациональному использованию Балхаш-Илийской водной системы. Материалы экспедиции опубликованы в 1950 г. в виде отдельной монографии под редакцией автора настоящей книги.

Итоги работы указанной экспедиции, результаты соответствующих исследований КазНИИ энергетики и последующих проектных разработок показали целесообразность регулирования стока Или и возможность строительства водохранилища путем сооружения плотины и ГЭС при ней в створе Капчагайского ущелья. Этот створ является единственным на всем протяжении реки, где наиболее экономично можно получить большую емкость для многолетнего регулирования ее стока и построить гидроэлектростанцию довольно крупной мощности с высокими технико-экономическими показателями.

Роль Капчагайского водохранилища в развитии всей Балхаш-Илийской водохозяйственной системы огромна. В более крупном плане она сводится к следующему.

1. Обеспечивает регулирование как внутригодовых, так и многолетних колебаний стока реки, что позволяет решать коренные задачи водного благоустройства района, а именно:

а) увеличить оросительную способность реки и обеспе-

чить водой огромную площадь, в частности оросить до 430 тыс. *га* и обводнить 1,2 млн. *га* пастбищных угодий только в низовьях Или;

б) в результате ликвидации весеннего разлива сокращаются потери воды на испарение и транспирацию в дельтовой части реки Или в объеме до 3 млрд. *м*^{3}*/год*. Это компенсирует потери на испарение в водной поверхности Капчагайского водохранилища (около 1,5 млрд. *м*^{3}*/год*) и увеличивает приток воды в озеро Балхаш в размере до 1,5 млрд. *м*^{3}*/год*, что очень важно для улучшения его водного и солевого баланса;

в) позволяет регулировать и поддерживать более или менее допустимый уровень озера Балхаш и его водно-солевой режим.

2. Обеспечивает получение глубоко зарегулированной гидравлической мощности, что чрезвычайно важно для развития энергетики и наиболее полного и эффективного использования гидроэнергоресурсов бассейна реки Или.

Капчагайская ГЭС может покрыть пиковую часть графика Алма-Атинской электроэнергетической системы. Это очень важно, поскольку в районе нет других водотоков, где можно было бы получить такую глубоко зарегулированную мощность, столь необходимую для экономичной работы тепловых электростанций энергосистемы.

Значительными гидроэнергоресурсами располагают притоки реки Или — Чарын, Чилик и другие, а также реки, стекающие в озеро Балхаш с Джунгарского Алатау,— Каратал, Коксу, Лепса. Потенциальные ресурсы только указанных рек составляют 17,4 млрд. *квт · ч*, что в 2,5 раза больше собственных ресурсов Или. Однако наиболее полное и целесообразное использование некоторых из них очень затруднено ввиду отсутствия в их бассейнах необходимых чаш для глубокого регулирования стока. При работе ГЭС на таких реках в общей энергосистеме роль регулятора в значительной мере может выполнять Капчагайская гидростанция и тем самым она обеспечит наибольшую их выработку при высоких технико-экономических ее показателях.

3. Капчагайское водохранилище окажет благотворное влияние на улучшение климатических условий значительной территории района и позволит провести оздоровительные мероприятия для населения столицы республики — Алма-Аты и района в целом, что, разумеется, будет иметь большое социально-экономическое значение.

Капчагайская ГЭС уже построена, набирает мощность и

дает промышленный ток. Водохранилище наполняется, и трудящиеся столицы и районов уже начали пользоваться его благами. Это событие очень радует и глубоко волнует коллектив научных работников КазНИИ энергетики, в особенности автора настоящей работы, поскольку реально осуществилась его идея и техническая схема, и он в натуре видит плоды своего более чем 10-летнего труда.

Капчагайская ГЭС и водохранилище при ней общей емкостью в 28 млрд. $м^3$ (в т. ч. полезной — 6,6 млрд. $м^3$) — решающее и ключевое звено в осуществлении генеральной схемы Балхаш-Илийской водохозяйственной системы. Их строительство, однако, является начальным этапом большой проблемы. Впереди очень крупные задачи по широкому развитию поливного земледелия и гидростроительству на водотоках бассейна озера Балхаш. В настоящее время уже проведены определенные проектные разработки по строительству ГЭС на других реках рассматриваемого района.

На реке Или схемой Гидропроекта, кроме Капчагайской ГЭС, намечены еще две ступени: Калканская и Тасмурунская. При Калканской ГЭС (верхняя ступень) предусматривается водохранилище сезонно-годового регулирования. Исследования по схеме использования Балхаш-Илийской водной системы, проведенные Казахским научно-исследовательским институтом энергетики, показали возможность и целесообразность утилизации водноэнергетических ресурсов среднего течения Или (выше Капчагайского гидроузла) путем строительства ГЭС деривационного типа вместо Калканской приплотинной ГЭС. Такая схема в наибольшей степени отвечает условиям комплексности использования стока реки.

Нижняя (Тасмурунская) ступень намечена с водохранилищем, обеспечивающим контррегулирование (недельно-суточное) колебаний расходов воды реки ниже Капчагайской ГЭС. Такое регулирование обеспечит необходимый режим подачи воды в ирригационные системы низовьев Или. Общая возможная выработка трех ГЭС составляет 1,9 млрд. *квт · ч/год*.

Предварительные расчеты КазНИИЭ (Н. С. Калачев) показывают, что даже при учете перспектив развития орошения и обводнения в бассейне озера Балхаш в известных условиях может иметь избыток воды в объеме 10 млрд. $м^3/год$. Эта вода технически может быть переброшена в бассейн реки Чу и далее в пустыни Бетпакдалы

самотечным каналом. В зоне действия канала будет находиться около 3,5 млн. *га* земель низовьев Чу и Бетпакдалы, пригодных под поливное земледелие.

На этом соединительном канале может быть получен также значительный гидроэнергетический эффект порядка 2,5 млрд. *квт · ч* в год.

Наиболее удобным местом для вывода воды из Или указанным каналом является Куланбасский ее створ, расположенный ниже устья реки Курты (ниже Капчагайского водохранилища). Головной водозабор канала составит 10 млрд. *м*^{3}*/год*, а возможный к подаче в Бетпакдалу — 7 млрд. *м*^{3}*/год*.

Переброска воды из реки Или в реку Чу по указанной схеме предполагает обводнение низовьев Или и Южного Прибалхашья за счет избытков стока рек Тентека, Лепсы, Аксу, Каратала, которые, по расчету, составляют 3,6 млрд. *м*^{3}*/год*.

Осуществление этой схемы сильно повлияет на состояние озера Балхаш — площадь его в восточной части может сократиться в 5,5 раза, а уровень снизиться на 6 *м*, если не предусмотреть компенсирующих мероприятий.

Из притоков Или серьезного внимания заслуживает река Чарын. Проработками Казахского филиала Гидропроекта (1964—1968 гг.) выявлена возможность увеличения водоносности Чарына за счет переброски части стока соседних рек (Текеса, Баянкола, Сарыджаса) и комплексное использование его стока для энергетики и ирригации.

Энергетическое использование Чарына намечено на пяти ГЭС с общей годовой выработкой электроэнергии 1,6 млрд. *квт · ч* (без переброски), а с переброской сюда части стока рек Текеса и Сарыджаса — порядка 2,5 млрд. *квт · ч/год*.

В качестве первоочередного объекта строительства выдвинута Майнакская ГЭС, с годовой выработкой энергии 1,0 млрд. *квт · ч*.

Схема энергетического использования Чилика предусматривает переброску ее стока в смежные бассейны рек Иссык и Талгар. По схеме намечен каскад из двух высоконапорных ГЭС с Верхне-Чиликским водохранилищем многолетнего регулирования стока. Суммарный используемый напор каскада превышает 2000 *м*, а выработка электроэнергии двух ГЭС каскада оценивается цифрой порядка 2,0 млрд. *квт · ч/год*.

Наибольшее энергетическое значение из группы рек

северного склона Джунгарского Алатау имеют реки Коксу, Лепсы, Тентек, по которым разработаны схематические проекты каскадов ГЭС.

На Коксу (левобережный приток реки Каратал) схемой намечен каскад ГЭС с энергетическими и ирригационными водохранилищами. Суммарная выработка электроэнергии каскада ГЭС оценивается примерно в 3,0 млрд. *квт · ч/год.*

На реке Лепсы намечен также каскад ГЭС с водохранилищами при верхней (Верхне-Озерной ГЭС) и нижней ступенях (Черкасской ГЭС) соответственно энергетического и ирригационного назначения. Суммарная выработка каскада ГЭС оценивается цифрой около 0,8 млрд. *квт · ч/год.*

На реке Тентек намеченный каскад ГЭС имеет суммарную выработку порядка 1,8 млрд. *квт · ч/год.*

В развитии народного хозяйства района немаловажное значение имеет озеро Балхаш. Оно относится к числу крупнейших естественных водоемов земного шара: площадь водного зеркала 18,2 тыс. *км*^{2}, длина 614 *км*, наибольшая ширина 70 *км*, средняя ширина 30 *км*, наибольшая глубина 26,5 *м*, средняя глубина 5,8 *м*, объем воды 10,6 *км*^{3}.

Площадь водосбора озера Балхаш 413 тыс. *км*^{2}. Большая часть (353 тыс. *км*^{2}) бассейна озера находится на территории Казахской ССР, а верховья р. Или, дающей основной приток Балхаша, расположены на территории Китайской Народной Республики.

Амплитуда внутривековых и вековых колебаний уровней воды озера очень большая, что существенно изменяет во времени морфометрические его характеристики. В ходе внутривековых колебаний в текущем столетии площадь зеркала озера изменялась от 23 464 *км*^{2} (1910) до 15 730 *км*^{2} (1946 г.), объем воды соответственно от 163,9 до 82,7 *км*^{3}. По данным ряда исследователей, амплитуда колебаний уровня озера составляет около 4,0 *м*. Среднемноголетняя отметка уровня озера равна 342 *м*.

Озеро делится на две части — западную и восточную, резко различающиеся по своим морфометрическим и гидрохимическим характеристикам. При среднем уровне воды (342,0 *м*) ширина пролива Узунарал («Узкое место»), разделяющего озеро на две части, не превышает 5—6 *км*, а глубина его порога —2,8—3,3 *м*.

Эта расчлененность котловины озера, в частности, обусловливает резкое различие в солености воды: западный Балхаш, по существу, является пресным или слабосолоноватым (в зависимости от вековых колебаний уровня воды)

проточным водоемом, восточный Балхаш характеризуется сравнительно высокой минерализацией воды.

Современная средняя минерализация озера Балхаш характеризуется следующими данными (в *г/л*).

Таблица 59

Годы	Балхаш		Озеро в целом
	западный	восточный	
1969	1,21	2,85	2,58
1970	1,31	3,68	2,54
1971	1,25	3,30	2,30

Допустимой нормой минерализации считается для питьевых нужд 1,1 *г/л*, а для технических — 1,5 *г/л*.

Территория Балхашской впадины находится в условиях сухого резко-континентального климата. Годовой слой осадков в среднем не превышает 150—200 *мм*. Растительность представлена видами, характерными для полупустыни.

Речной сток бассейна в основном формируется в горной и предгорной зонах Тянь-Шаня и частично на территории южных склонов Казахского мелкосопочника. Прибалхашская равнина (особенно Южное Прибалхашье) относится к бессточной области.

В озеро Балхаш с юга впадает 5 постоянных притоков: Или, Каратал, Аксу, Лепсы и Аягуз, формирующих сток в горных областях Тянь-Шаня и частично (р. Аягуз) в горах Тарбагатая и Чингизтау. Река Или впадает в западный Балхаш, остальные притоки в восточный Балхаш. Эти реки имеют снегово-ледниковое и дождевое питание.

С севера к озеру Балхаш тяготеют реки: Моинты, Токрау и Баканас, которые теряются, не доходя до озера.

При впадении в озеро Или образует дельту площадью около 8000 *км*^{2}. Вершина дельты находится в 70 *км* ниже селения Баканас, в районе 6-го рыбпункта, где река разделяется на три рукава: Топар, Или и Джидели.

Озеро Балхаш имеет важное народнохозяйственное значение. Оно занимает первое место по добыче рыбы среди внутренних рыбохозяйственных бассейнов Казахской ССР. Пресноводная западная часть озера является основным источником водоснабжения для Балхашского горнопромышленного узла, железной дороги Моинты — Чу и ряда прибрежных населенных пунктов. Озеро имеет и определен-

ное воднотранспортное значение для Алма-Атинской, Джамбулской, Джезказганской и Талды-Курганской областей. В дельте Или располагается крупнейшее в стране ондатровое хозяйство. Дельта Или и южное побережье озера имеют огромные запасы тростника.

Эксплуатация Капчагайской ГЭС на Или и развитие орошаемого земледелия в бассейнах южных притоков Балхаша могут внести значительные изменения в его водный баланс, уровенный и водно-солевой режимы. В этой связи необходимо тщательное изучение режима озера Балхаш и влияния на него указанных условий. К сожалению, эти вопросы в настоящее время изучаются крайне недостаточно.

При наполнении Капчагайского водохранилища и учете дополнительного испарения с его поверхности, по предварительным данным Казфилиала Гидропроекта, уровень Балхаша понизится к 1980 г. с 342,6 до 341,0 *м* (если орошение в бассейне не будет развиваться). С ростом орошаемых площадей в отдаленной перспективе уровень Балхаша понизится до отметки 339 *м*, что приведет к отделению западной (пресной) части озера от восточной, соленой. Существующий переток в восточную часть прекратится, в результате чего минерализация в западной части, составляющая сейчас 1,31 *г/л*, увеличится и вода станет в целом непригодной для водоснабжения. Значительное снижение уровня отрицательно скажется также и на условиях водозабора для Балхашского горнометаллургического комбината и других водопотребителей.

Уже при отметке 341 *м* минерализация составит 2 *г/л*, что считается недопустимым и потребует осуществления соответствующих мероприятий по снижению солености забираемой из озера воды.

Исследования некоторых специалистов показывают возможность сохранения уровня минерализации и высотной отметки западной части озера путем строительства Узун-Аральской перемычки, позволяющей регулировать переток между обеими частями озера.

По данным имеющихся в настоящее время проработок, указанная перемычка будет иметь следующие геометрические размеры: высота 9 *м*, длина 6,4 *км*, ширина по верху 12 *м*.

Цели, достигаемые перемычкой, возможно осуществить и путем переброски стока рек Каратал, Аксу и Лепсы в западную часть озера Балхаш.

Таким образом, отыскание целесообразных путей сохранения минерализации и отметок западной части Балхаша должно быть предметом специальных научных и проектных исследований.

Как отмечено выше, бассейн озера Балхаш располагает огромными плодородными земельными фондами, где при наличии достаточных водных ресурсов можно выращивать и получать высокие урожаи зерновых, кормовых и технических культур, а также продуктов садоводства, виноградарства, животноводства.

Бассейн реки Чу (среднее и нижнее течение), расположенный в непосредственной близости от бассейна озера Балхаш, также богат аналогичными земельными фондами, но не располагает необходимыми водными ресурсами. В этих условиях со временем может стать вопрос о нецелесообразности сохранения озера Балхаш как испарителя огромного количества воды. Действительно, в экономическом отношении рыбохозяйственное, транспортное и местноклиматическое значение его не идет ни в какое сравнение с тем народнохозяйственным эффектом, который можно получить от орошаемого земледелия на базе использования стока озера Балхаш. В данном направлении уже имеются утвердительные высказывания отдельных специалистов, в частности профессора Н. С. Калачева.

Как указано выше, в Юго-Восточном водохозяйственном районе имеются большие возможности для развития поливного земледелия.

Современное состояние и масштабы роста орошаемой площади в обозримой перспективе в разрезе областей района даются ниже.

В Алма-Атинской области в настоящее время орошается около 260 тыс. *га*. Ввод новых площадей орошения возможен в низовьях Или и в бассейнах рек Чарын и Чилик. Только в низовьях Или общая площадь может быть доведена до 430 млн. *га*. Из этой площади первоочередным признается Акдалинский массив.

Размер орошаемого земледелия в низовьях в рассматриваемой перспективе предполагается довести до 175 тыс. *га* в два этапа: первый порядка 50 тыс. *га* и второй — 125 тыс. *га*.

Прирост орошаемых площадей намечается получить на базе стока Или, зарегулированного Капчагайским водохранилищем. Для подачи воды в Акдалинский магистральный канал запроектирован Тасмурунский водозаборный гидро-

узел с водохранилищем недельно-суточного регулирования (полезным объемом 72 млн. $м^3$).

В низовьях реки Или орошаемые земли в основном будут заняты под рисовые поля, а в животноводческих совхозах — кормовыми культурами.

В бассейне реки Чарын в настоящее время орошается еще мало земель, в обозримой перспективе здесь возможно довести площадь орошения до 180—200 тыс. *га*. Развитие орошаемого земледелия в бассейне намечается за счет многолетнего регулирования стока Чарына Бастюбенским водохранилищем, полезным объемом 660 млн. $м^3$. Большая часть новых площадей, вероятно, будет занята виноградниками и садами, дальнейшее развитие получит производство кукурузы на семена. В животноводстве ведущей отраслью, очевидно, останется овцеводство.

В бассейнах рек Чилик, Тургень, Иссык, Талгар, Большой и Малой Алматинки, Каскелен в настоящее время орошается около 150 тыс. *га*. Дальнейшее развитие орошения в этой зоне будет осуществляться на базе переброски части стока реки Чилик. С этой целью намечается сооружение Бартогайского регулирующего водохранилища, полезной емкостью 250 млн. $м^3$, и канала Чилик — Алма-Ата, протяженностью 171 *км*. Строительство указанных объектов позволит не только подавать воду для орошения новых массивов земель, но и подпитывать имеющиеся здесь маловодные источники с целью повышения их оросительной способности. При строительстве малых водохранилищ и переустройстве оросительной сети площадь орошения в этом районе возможно довести до 260 тыс. *га*. В зоне канала Чилик — Алма-Ата намечается расширение посевов овощей, фруктов, винограда, табака, а также кормовых культур.

В Талды-Курганской области в настоящее время орошается около 240 тыс. *га* земель, которые сосредоточены в бассейнах рек Каратал, Лепсы, Аксу, северном и южном склонах Джунгарского Алатау. Площадь орошаемых земель в Талды-Курганской области в обозримой перспективе предполагается довести до 460 тыс. *га*.

Основной прирост поливных земель здесь намечается в бассейнах рек Каратал и Коксу путем строительства на Каратале Вабиленской оросительной системы и на Коксу — Чангарокского гидроузла с водохранилищем сезонного регулирования стока (полезной емкостью 700 млн. $м^3$).

Основным направлением поливного земледелия области

будет, вероятно, производство сахарной свеклы, кукурузы на семена, кормовых и зерновых культур, а также садоводство и виноградарство.

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА И ПЕРСПЕКТИВЫ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

В южном водохозяйственном районе, куда входят Джамбулская, Чимкентская и Кзыл-Ординская области, как указано в главе VIII, имеются огромные площади, пригодные для сельскохозяйственного освоения. Общий земельный фонд района оценивается в 48,5 млн. *га*, из них пригодные для орошаемого земледелия (без сложных мелиораций) — 9,4 млн. *га*. Полные ресурсы поверхностных вод составляют 31 млрд. $м^3$, из них возможные к использованию — около 12 млрд. $м^3$.

В данном экономическом районе имеются крупнейшие промышленные предприятия союзного значения. Таковы джамбулские заводы одинарного и двойного суперфосфата, кожевенно-обувной комбинат, чимкентские заводы свинца, фосфорных солей, цемента, прессов и автоматов, Миргалимсайский свинцовый рудник, Каратауские фосфорные рудники. В Чимкенте строится мощнейший нефтеперегонный завод.

За счет местных водных ресурсов может быть орошено до 2 млн. *га* земель. Для орошения остальных земель необходима переброска воды из сибирских рек. В настоящее время в этой части Казахстана орошается около 800 тыс. *га*. Следовательно, по наличным водным ресурсам имеются еще неиспользованные возможности для значительного увеличения площади орошения.

Таким образом, в ближайшей перспективе основным направлением технического прогресса в земледелии и водном хозяйстве района является более полное и разумное использование местных водных ресурсов для развития всех отраслей народного хозяйства и прежде всего орошаемого земледелия. В этом направлении проведены и осуществляются большие мероприятия.

Современное состояние, направление и масштабы развития орошаемого земледелия в обозримой перспективе на базе местных водных ресурсов в разрезе отдельных областей региона представляется в следующем виде.

Чимкентская область наиболее насыщена оросительны-

ми системами. Общая площадь орошаемых земель здесь около 400 тыс. *га* (около 30% площади пашни), с которой совхозы и колхозы получают до 80% всей продукции земледелия.

В зависимости от источника орошения область условно делится на 4 ирригационных района: Арысь-Туркестанский (АРТУР), Чирчик-Ангрен-Келесский (ЧАКИР), Кзылкумский (КИР), Сузакский (СИР), каждый из которых включает ряд оросительных систем. Кроме того, к Чимкентской области относится часть территории Голодной степи.

Арысь-Туркестанский ирригационный район включает ряд оросительных систем общей площадью около 180 тыс. *га,* пятая часть которой занята под хлопчатник и две пятых — под кормовые культуры.

Крупнейшая в районе Арысь-Туркестанская оросительная система развивается на базе стока рек Арысь и Бугунь. В состав основных гидросооружений ее входят водозаборный узел на реке Арысь, Бугунское водохранилище емкостью 370 млн. $м^3$ и Арысь-Туркестанский магистральный канал протяженностью 140 *км.*

Основной прирост орошаемых земель здесь намечается получить путем развития Арысь-Туркестанской системы и ввода новых площадей в зоне существующего орошения.

Чирчик-Ангрен-Келесский ирригационный район, в пределах Казахской ССР, включает ряд систем, базирующихся на стоке рек Чирчик и Келес. Основные направления земледелия — хлопководство (три пятых всех орошаемых площадей), производство кормов, садоводство и виноградарство.

Общая площадь орошения по ЧАКИРу в границах Чимкентской области на перспективу составит около 140 тыс. *га.* Основная часть новых земель будет осваиваться за счет стока реки Чирчик, зарегулированного построенным Чарвакским (1,4 млрд. $м^3$) и проектируемым Куруксайским (0,32 млрд. $м^3$) водохранилищами.

Кзылкумский ирригационный район на левобережье Сырдарьи включает строящуюся оросительную систему Кзылкумской степи и южную часть проектируемого Тогузкентского массива, а на правобережье — проектируемый Джаушикумский массив машинного орошения. Река Сырдарья с Чардаринским водохранилищем (полезный объем 4,7 млрд. $м^3$) является источником орошения этого ирригационного района. Оросительная система Кзылкумской степи будет питаться из строящегося Кзылкумского магистраль-

ного канала, длина которого составляет ~ 105 *км*, а максимальный расход в голове — 200 *м*³/*сек*.

Увеличение площадей орошения в районе (примерно до 200 тыс. *га*) намечается за счет развития Кзылкумской системы, освоения южной части Тогузкентского массива и машинного орошения массива Джаушикум.

Сузакский ирригационный район объединяет бассейны небольших рек северо-восточного склона хребта Каратау. Доля растениеводства в сельскохозяйственном производстве района незначительная (7%) и его направление определяется задачей производства кормов и зернофуража для зимних страховых фондов.

Джамбулская область. Здесь орошаемые земли по источникам питания объединяются в две крупные ирригационные системы: Талас-Ассинскую и Чуйскую. Общая площадь орошаемых земель в настоящее время составляет около 240 тыс. *га*, из которых 100 тыс. *га* расположены в бассейнах рек Талас и Асса и 140 тыс. *га* — в бассейне Чу.

Основным направлением растениеводства является выращивание сахарной свеклы (до 60% всей площади), производство кормов, садоводство и виноградарство.

Площадь орошения в области в обозримой перспективе предполагается довести до 400 тыс. *га*, в том числе в бассейне реки Талас — 130 тыс. *га* и в бассейне Чу — 270 тыс. *га*.

Прирост новых площадей по бассейну Таласа намечается получить за счет зарегулирования стока реки строящимся Кировским водохранилищем емкостью 550 млн. *м*³.

Прирост орошаемых земель в бассейне Чу будет получен путем развития Ташуткульской оросительной системы. Для этой цели в настоящее время построено Ташуткульское водохранилище на реке Чу емкостью 800 млн. *м*³ и намечено строительство Ташуткульского канала.

Кзыл-Ординская область. Единственным водоисточником орошаемого земледелия здесь является река Сырдарья. Площадь орошаемых земель в области в настоящее время составляет ~ 170 тыс. *га* и сосредоточена на четырех массивах: Тогузкентском, Яныкургано-Чиилийском, Кзыл-Ординском и Казалинском. Около 70% всей орошаемой площади занято под рисовые севообороты. Площадь орошаемых земель на перспективу, вероятно, составит около 360 тыс. *га*. Прирост новых площадей намечается за счет развития указанных выше ирригационных систем.

Для орошения Тогузкентского массива намечается строительство водозаборного гидроузла на Сырдарье и нового магистрального канала на расход 110 *м*³/*сек*.

Развитие Яныкургано-Чиилийской оросительной системы требует строительства водозаборного гидроузла на Сырдарье и нового правобережного магистрального канала.

Развитие орошения на Кзыл-Ординском массиве намечается на основе существующего на Сырдарье водозаборного гидроузла и крупных магистральных каналов: левобережного — с максимальной пропускной способностью до 220 *м*³/*сек* и правобережного — с расходом в голове 225 *м*³/*сек*.

Для Казалинской оросительной системы запроектирован водозабор от существующего Казалинского гидроузла в правобережные и левобережные магистральные каналы.

Из изложенных материалов следует, что в обозримой перспективе в Южном Казахстане имеется реальная возможность увеличить общую площадь регулярного орошения до 1300—1500 тыс. *га*.

В решении проблемы дальнейшего роста площади орошения и увеличения надежности водообеспечения земледелия Чимкентской и Кзыл-Ординской областей особое значение имеет Чардаринское водохранилище на Сырдарье, успешно эксплуатируемое в настоящее время.

При оценке водного благоустройства рассматриваемого района важным вопросом является перспектива Аральского моря. Аральское море по размерам акватории — второй в СССР и четвертый в мире замкнутый водоем.

Водные ресурсы рек бассейна Аральского моря равны около 120 млрд. *м*³, из них по системе Амударьи — 80 млрд. *м*³ и Сырдарьи — 40 млрд. *м*³/*год*. При современном уровне развития водного хозяйства из указанного количества воды до моря доходит лишь 47 млрд. *м*³/*год*. Остальная вода разбирается на орошение и испаряется с водохранилищ и прилегающих к рекам низин. В результате дальнейшего усиленного развития орошения в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи приток в море будет еще более сокращаться.

Как показывают разработки научных и проектных организаций, в бассейне Сырдарьи при полном использовании ее водных ресурсов можно довести площадь орошения до 3,5 млн. *га*, против современного уровня в 2,7 млн. *га*.

По бассейну Амударьи указанная выше цифра составит 4,5 млн. *га* против 2,7 млн. *га* в настоящее время.

В целом в бассейне Аральского моря за счет собственных водных ресурсов можно оросить порядка 8 млн. *га*.

Общая площадь пастбищ, тяготеющих к рекам бассейна Аральского моря, равна примерно 100 млн. *га*, из которых в настоящее время обводняется 80 млн. *га*.

Как показывают прогнозные расчеты, в перспективе сток (включая и подземные воды) в Аральское море сократится примерно до 20 млрд. $м^3/год$ против 48 млрд. $м^3$ в современных условиях.

Партией и правительством поставлены большие задачи по дальнейшему развитию орошаемого земледелия. Площадь таких земель в бассейне Аральского моря на II этапе, вероятно, составит около 8 млн. *га*. Следовательно, усиленное сокращение поступления воды в Аральское море является неизбежным процессом.

При тех прогнозных темпах отбора воды на орошение в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи, которые в настоящее время предполагаются, основные характеристики Аральского моря, по расчетам Института водных проблем АН СССР, будут иметь следующие значения (табл. 60).

Таблица 60

Характеристики Аральского моря	1970 г.	1985 г.	2000 г.	Отдаленная перспектива
Отметка уровня, *м*	51,5	47,5	43	33
Акватория, тыс. $км^2$	63	54	46	24
Объем, $км^3$	970	720	500	160
Средняя глубина, *м*	15,5	13	11	7
Соленость, ‰	11	15	22	70

При указанных условиях рыбному и ондатровому хозяйствам будет нанесен очень большой ущерб и они практически утратят свое промысловое значение.

Отдельные специалисты считают, что резкое сокращение акватории Аральского моря не скажется на климате района. По их мнению, формирование климата и влагооборот на огромных пространствах Средней Азии определяются факторами планетарного масштаба, а роль Аральского моря в этих процессах малоощутима. Общий объем воды, который испаряется в настоящее время, останется таким же

и в будущем при использовании большей части речного стока для нужд ирригации. Несколько переместится только район испарения — с акватории моря на орошаемые земли. Смягчающее влияние Арала на некоторые климатические элементы (температуру, влажность воздуха), предполагается, будет ограничиваться относительно узкой (30—50 *км*) прибрежной полосой.

Некоторые авторы высказывают опасение, что при снижении водности Аральского моря его соли развеются ветром и засорят большую территорию. Суммарное количество солей, растворенных в воде Аральского моря, превышает 10 млрд. *т*. Если бы вся эта соль была развеяна ветром по прилегающей территории, то она действительно очень пагубно отразилась бы на биосфере. Но отдельные специалисты полагают, что подавляющая часть солей вместе с водой переместится в глубинную зону современной акватории и поэтому больших засорений прилегающих территорий солью не будет.

Следует, однако, тщательно изучить и определить эффективные пути борьбы с отложениями солей, в случае, если оно все же в какой-то степени будет иметь место.

Проведенный экономический анализ показывает, что с общегосударственной точки зрения народнохозяйственное значение Аральского моря и эффект, получаемый от него, при сохранении его современного состояния не идет ни в какое сравнение с тем, который может быть получен при использовании стока рек Сырдарьи и Амударьи для орошения. Однако имеется ряд предпосылок для сохранения водно-солевого режима Аральского моря, которые сводятся к следующим:

1. В настоящее время в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи вода используется довольно неэкономично. В некоторых районах для орошения расходуется воды в 2—3 раза больше нормы. Это происходит главным образом в результате несовершенства оросительных систем и низкого технического уровня их эксплуатации. До 70% систем не имеют инженерных сооружений, каналы построены без противофильтрационных одежд, орошаемые участки не спланированы. Отсюда избыточные затраты воды на полив, скопления ее в понижениях. Одной из причин такого положения является отсутствие хозяйственного расчета (оплаты за воду и др.) в поливном земледелии. Значительный объем воды расходуется также на испарение с прибрежных низин,

затапливаемых высокими водами, что обусловлено все еще низким уровнем регулирования стока рек.

Недостатки в использовании водных ресурсов рек Амударьи и Сырдарьи должны быть устранены, что позволит несколько увеличить оросительную способность рек и поступление воды в Аральское море.

2. Переброска воды сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию, как указано в главе IX, безусловно, будет осуществляться. Первая очередь переброски в бассейн Аральского моря, вероятно, станет реальностью на рубеже 90-х годов. Это мероприятие положительно скажется на водном балансе Аральского моря, так как:

а) орошение большей площади земель водами сибирских рек значительно увеличит приток подземных и сбросных вод в Аральское море;

б) орошение земель Северного Казахстана будет производиться с переменной по годам оросительной нормой, различной в зависимости от степени естественной увлажненности. Пропускная способность основных водных магистралей должна определяться оросительными нормами засушливых лет. Следовательно, в более влажные годы избытки воды могут сбрасываться в Аральское море;

в) в более отдаленной перспективе можно ожидать, что водное благоустройство срединного региона вызовет определенное преобразование природы, в частности, увеличение влажности климата и стока рек Аральского бассейна, обогащение ресурсов подземных вод и т. д., что, безусловно, будет способствовать улучшению водного баланса Аральского моря.

Осуществление перечисленных водохозяйственных мероприятий представляется со временем достаточно реальным. Поэтому есть все основания полагать, что Аральское море будет существовать и в дальнейшем, сохранив в значительной степени свое народнохозяйственное, агроклиматическое и другие значения.

В настоящей главе мы остановились на вероятном направлении развития водного хозяйства на базе местных водных ресурсов в северо-восточной, северной, центральной, юго-восточной и южной зонах Казахстана. В западной зоне республики не имеется таких крупных водохозяйственных проблем на местном стоке, как в других зонах, поскольку здесь нет, кроме Урала, крупных водотоков. Река Урал имеет ограниченные водные ресурсы — всего 6,2 млрд. $м^3$/*год* (в районе Гурьева). В стоке этой реки заинтересованы

многие отрасли народного хозяйства Казахстана и РСФСР — промышленные предприятия (включая теплоэнергетику) и рыбное хозяйство, использующее ее в основном как нерестилище. В связи с изложенным использование стока реки Урал для широкого развития орошаемого земледелия в Западном Казахстане не представляется возможным. Коренное водное благоустройство этой зоны может быть осуществлено только при переброске стока реки Волги и сибирских рек. На этом вопросе мы подробно останавливались выше (главы VIII и IX).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В водном благоустройстве всех зон Казахстана исключительно важное значение будет иметь широкое использование подземных водных ресурсов.

Как указано в главе VII, в республике имеются огромные подземные ресурсы, общие эксплуатационные запасы которых гидрогеологами АН КазССР оцениваются в 61 млрд. *м*³/*сек*. Наиболее богаты подземными водами Южный, Западный и Юго-Восточный водохозяйственные районы, в которых за счет них можно было бы широко развивать оазисное орошение, а также водоснабжение промышленных предприятий и населенных пунктов. Однако в республике они используются очень мало (около 1,5%) и к тому же еще слабо изучены. Достаточно сказать, что степень разведанности ресурсов подземных вод в настоящее время составляет порядка 11—12%. В этом вопросе Казахстан заметно отстает от ряда республик Союза. Так, указанная цифра составляет: в Армении — 88, Грузии — 85, Туркмении —38, Киргизии — 35%. Интересы водного благоустройства республики настоятельно требуют, чтобы были сделаны решительные шаги в деле широкого использования ресурсов подземных вод.

Ресурсы подземных вод в настоящее время используются в самых различных отраслях народного хозяйства Казахстана. Основными потребителями этих вод являются города, промышленные предприятия, сельское хозяйство, а также курорты и санатории.

По данным У. М. Ахмедсафина, М. Х. Джабасова и В. Ф. Шлыкина*, в настоящее время снабжаются полностью

---

* Ресурсы и использование подземных вод Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1972.

или частично 35 городов республики, и среди них Алма-Ата, Чимкент, Джамбул, Караганда, Джезказган, Актюбинск, Балхаш, Кентау, Талды-Курган, Усть-Каменогорск, Кустанай, Рудный, Каратау, Семипалатинск, Целиноград и др., а также ряд небольших городов районного значения. Общее количество подземных вод, используемых городами и промышленностью, составляет в настоящее время около 400 млн. *м³/год*.

В сельском хозяйстве Казахстана подземные воды довольно широко используются для водоснабжения колхозов, совхозов, полевых станов, бригад, а также для обводнения пастбищ и оазисного орошения.

В Северном, Центральном и Южном Казахстане пробурено и оборудовано более 70 тыс. трубчатых и около 35 тыс. шахтных колодцев, на базе которых снабжаются водой более 4 тыс. сельских населенных пунктов и райцентров. Всего подземными водами удовлетворяется более 50% питьевых и технических нужд сельского хозяйства.

Из общей площади обводненных пастбищ Казахстана около 80% освоено за счет подземных водоисточников. Для этого на пастбищах сооружено около 25 тыс. шахтных колодцев и копаней и пробурено более 2,5 тыс. скважин.

Суммарное количество подземных вод, используемых в настоящее время для водоснабжения пастбищных угодий и водопоя скота, составляет более 70% всего водопотребления для этих целей.

Оазисное орошение в Казахстане за счет подземных вод пока что осуществляется в очень небольших размерах — главным образом для выращивания огородно-бахчевых культур и получения высококалорийных кормов и только частично для полива технических культур: хлопка, свеклы, кукурузы.

Площадь оазисного орошения в настоящее время составляет около 3 тыс. *га*, для полива которой извлекалось до 3 *м³/сек* подземных вод. Этот вид орошения в Казахстане сильно отстает от ряда других республик, в частности от Киргизии, Узбекистана, Азербайджана и Украины, где такими водами орошаются десятки тысяч гектаров плодородных земель.

В последние годы в Казахстане заметно расширилось использование термальных и минеральных вод для курортного строительства. На базе минеральных вод созданы такие курорты, как Алма-Арасан, Копал-Арасан, Сары-Агач, Аяк-Калкан и др. Однако в целом потребление ресурсов

таких вод пока очень ограничено — всего 100—200 *л/сек.*

Общий объем подземных вод, используемых народным хозяйством Казахстана, в настоящее время составляет около 900 млн. *м³/год,* т. е. порядка 1,5% от прогнозных эксплуатационных ресурсов.

Выявленные в Казахстане богатейшие запасы подземных вод позволяют развивать оазисное орошение, водоснабжение и обводнение пастбищ. В этом отношении имеется большой опыт в других республиках СССР и в зарубежных странах.

В США, например, около 22% потребностей страны в воде удовлетворяется за счет подземных водоисточников. Здесь только площадь орошения за счет таких вод доходит до 6 млн. *га.* В Австралии для обводнения и оазисного орошения эксплуатируются 170 тыс. скважин. В больших масштабах используются подземные воды для орошения в Индии — 7,2 млн. *га,* в Иране — до 1 млн. *га* и ряде других стран.

Водные ресурсы недр довольно широко применяются для орошения земель в Кенемехской и Кзылкумской зонах Узбекистана, в Карабахской долине Азербайджана, в Дагестане и Крыму. Как показывает опыт, орошение земель подземными водами, особенно при больших дебитах скважин, является рентабельным. В частности, в этом случае представляется возможным выборочно вводить в эксплуатацию отдельные участки ирригационно подготовленных земель и ускорить обводнение некоторых особо важных участков, снижать уровень грунтовых вод и промывать земли (т. е. улучшить мелиоративное состояние почвы).

По прогнозным данным ряда организаций, использование подземных вод для ирригации в Казахстане в обозримой перспективе может быть доведено до 200—250 *м³/сек.* Из этого количества на долю областей Южного Казахстана приходится около 35%, а Юго-Восточного Казахстана — также порядка 35%. В Алма-Атинской области наиболее эффективными районами орошения на базе подземных водных ресурсов являются предгорная равнина Заилийского Алатау и северное подножие хребта Кетмень.

В целом по Казахстану (в обозримой перспективе) возможно значительно увеличить площадь оазисного орошения за счет артезианских и грунтовых вод.

Проведенные исследования показали, что имеются реальные возможности полностью перевести на снабжение

подземной водой города: Алма-Ату, Чимкент, Джамбул, Талды-Курган, Усть-Каменогорск, Семипалатинск, Балхаш, Джезказган, Каратау и существенно улучшить водоснабжение Караганды, Целинограда, Кустаная и Уральска.

В 1975 г. площадь обводненных в республике пастбищ составит 28 млн. *га* с реконструкцией водозаборных сооружений на площади 35 млн. *га* ранее обводненных территорий. Для указанных целей наряду со строительством водопроводов из открытых водоемов намечается извлекать до 260 млн. $м^3$ подземной воды.

Водоснабжение значительной части сельских населенных пунктов — колхозов, совхозов, полевых станов — в перспективе может быть осуществлено на базе интенсивного использования подземных вод. По расчетам ряда специалистов, доля подземных водоисточников в покрытии потребности сельского хозяйства в питьевой и технической воде может составить более 80%.

ГЛАВА XI

ВЕРОЯТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА КАЗАХСТАНА В ПРЕДСТОЯЩИЙ ПЕРИОД

В настоящей книге нами освещены коренные вопросы оптимального развития важнейших отраслей народного хозяйства Казахстана, какими является энергетика и водное хозяйство. Анализ приведенных в ней материалов позволяет сделать ряд общих выводов принципиального характера и практических предложений в отношении темпов и масштабов развития указанных выше отраслей в ближайшей перспективе.

Учение об электрификации, созданное В. И. Лениным, является фундаментальной основой осуществления научно-технического прогресса в народном хозяйстве на базе энергетики не только в настоящее время, но и в генеральной перспективе.

Советский народ под руководством Коммунистической партии за короткий исторический срок сделал большой скачок в развитии энергетики страны. Наша страна в настоящее время занимает второе место в мире (после США) по производству электроэнергии. По многим аспектам технического прогресса в данной отрасли СССР принадлежат передовые позиции. Невиданного успеха добилась энергетика Советского Казахстана. По многим ее показателям наша республика уже опережает некоторые промышленно-развитые капиталистические страны и находится в числе передовых республик в СССР.

Энергетика Советского Союза в предстоящие 25—30 лет сделает еще больший скачок, есть все основания предполагать, что по важнейшим показателям она за это время займет первое место в мире.

Основными направлениями технического прогресса в энергетике нашей страны и Казахстана, в частности, в генеральной перспективе будут концентрация производства электроэнергии в районах добычи энергетических ресур-

сов, увеличение мощности электростанций и единичных агрегатов, передача большого количества электроэнергии на дальние расстояния по линиям электропередачи высокого напряжения (постоянного и переменного тока), создание объединенных энергосистем и единой электроэнергетической системы Союза и др.

В прогнозируемый период большое развитие получит и водное хозяйство, в частности мелиорация земель (орошение, осушение). Развитие этой отрасли в перспективе, так же как и в настоящее время, будет базироваться на достижениях науки и техники. Здесь технический прогресс должен иметь место в направлении: совершенствования техники подачи воды на поля орошения; разработки и внедрения наиболее рациональных способов полива, обеспечивающих экономное и эффективное использование водных ресурсов, предотвращающих уменьшение плодородия почв (вторичное засоление, вымывание ценных микроэлементов и др.); комплексного регулирования речного стока; максимального использования ресурсов подземных и возвратных (с полей орошения) вод; опреснения минерализованных вод и др.

В предстоящий прогнозируемый период энергетика и водное хозяйство Казахстана, по нашему мнению, должны развиваться главным образом в следующих направлениях.

Основные пути и масштабы развития энергетики и топливно-энергетической промышленности Казахстана, как общее положение, определяются размерами потребности в энергии, запасами и возможными объемами добычи (производства) энергетических ресурсов.

Важнейшие показатели роста потребности в различных видах энергии зависят от общих масштабов, темпов экономического развития республики. По мнению ряда экономистов, в рассматриваемый период возможен среднегодовой рост производства продукции промышленности на 8—10%, сельского хозяйства — на 4—5%, увеличение совокупного общественного продукта и национального дохода — до 3 раз, капитальных вложений — до 5 раз. Производство электроэнергии и тепла, по нашим прогнозам, возрастет соответственно — в 3 и 2 раза. В этом случае потребление электроэнергии на душу населения республики увеличивается в 2,5 раза, тепла — в 2 раза и топлива прямого использования — в 1,6 раза против их уровня 1975 г.

Для покрытия потребностей в топливе наряду с максимальным использованием энергетических углей уже дейст-

вующих месторождений (Карагандинского, Экибастузского и др.) необходимо освоить новые источники топлива. Это диктуется также целесообразностью передачи из республики энергоресурсов в большом объеме на Урал и в европейскую часть страны. Такими энергоресурсами в первую очередь являются угли Тургайского бассейна. Вывоз тургайских углей для энергоснабжения Урала и европейской части СССР позволит максимально использовать экибастузские угли внутри республики, что значительно эффективнее по сравнению с завозом в Казахстан канско-ачинских углей.

Рост потребностей в сортовом топливе промышленности, коммунально-бытового хозяйства и других отраслей народного хозяйства делает необходимым освоение Майкюбенского бассейна. Использование майкюбенских сортовых углей даст значительный экономический эффект по сравнению с завозом кузнецких углей.

Основным направлением развития энергетики и топливно-энергетической промышленности Казахстана является дальнейшая концентрация производства электрической энергии и тепла за счет строительства крупных тепловых электрических станций на базе экибастузских и тургайских углей и газа среднеазиатских месторождений. Значительную долю в структуре генерирующих мощностей будут составлять тепловые электрические станции (80—85%). В суммарном потреблении топлива по КазССР доля электрических станций, по нашим расчетам, увеличится с 32% в 1975 г. до 48—50% на II этапе.

Важнейшими теплоэнергетическими узлами Казахстана наряду с существующей Ермаковской ГРЭС должны быть Экибастузские ГРЭС суммарной мощностью 16 млн. *квт;* ГРЭС на одном из наиболее перспективных месторождений Тургайского угольного бассейна (вероятно, Орловском или Кушмурунском) мощностью 4—5 млн. *квт;* ГРЭС в районе Чардаринского водохранилища (в Чимкентской области) на бухарском газе мощностью порядка 4 млн. *квт.*

Значительно должна возрасти доля централизованного теплоснабжения за счет строительства крупных ТЭЦ в городах и промышленных узлах. Однако в структуре электрогенерирующих мощностей удельный вес их будет постепенно снижаться примерно с 48% в 1975 г. до 35—30% в 1990 г. и значительно повысится доля конденсационных электростанций — соответственно с 36% до 50—55%.

Атомные электростанции могут быть сооружены в остродефицитных по топливу юго-восточных районах и как многоцелевые для электро-тепло-водоснабжения в некоторых западных районах республики. И уже в течение рассматриваемого периода они могут играть достаточно заметную роль в структуре генерирующих мощностей республики.

Масштабы и темпы развития ГЭС определяются возрастающей потребностью в пиковой мощности. Перспективными районами строительства таких гидроэлектростанций являются Восточный и Юго-Восточный Казахстан. В рассматриваемый период было бы целесообразно осуществить переброску стока реки Катунь в реку Иртыш и строительство Белокатунской ГЭС (на трассе указанной переброски), Шульбинской и Семипалатинской ГЭС на иртышской воде, каскада ГЭС на реке Чарын в бассейне реки Или. Интересы дела требуют также увеличения (примерно в 2 раза) установленной мощности действующих Бухтарминской и Капчагайской ГЭС и превращения их в чисто пиковые. Для покрытия пиковой нагрузки в энергосистемах должно быть построено также значительное количество ГАЭС и газотурбинных электростанций.

Одним из генеральных путей развития энергетики Казахской ССР является развитие отдельных ОЭС и создание ЕЭС Казахстана. В этом направлении в рассматриваемый период должен быть осуществлен ряд крупных мероприятий. В частности, необходимо объединить ОЭС юга и севера республики и построить ЛЭП Экибастуз — Урал, что будет важнейшим этапом образования ЕЭС Казахстана.

Основные показатели электрификации народного хозяйства на II этапе, вероятно, будут характеризоваться следующими данными:

Электроемкость валового общественного продукта, в тыс *квт · ч/руб.*	1,60—1,70
Электроемкость национального дохода в тыс. *квт · ч/руб.*	3,50—3,60
Энерговооруженность населения	
а) суммарная, *т* у.т./чел.	9,5—10,0
б) частная, по взаимозаменяемым видам энергии, *т* у.т./чел.	7,0—7,5
Электровооруженность труда в промышленности, тыс. *квт · ч/чел.*	50—55
Электровооруженность труда в сельском хозяйстве, тыс. *квт · ч/чел.*	10—11

При этом суммарная энерговооруженность населения республики за это время возрастет, вероятно, в 2 раза, а электровооруженность труда в промышленности и сельском хозяйстве соответственно — в 2 и в 4 раза по сравнению с 1975 г.

Успешное развитие энергетической промышленности Казахстана требует дальнейшего углубления научных и проектных разработок в этой области.

Основными направлениями научно-исследовательских работ, по нашему мнению, должны быть: совершенствование методов прогнозирования энергопотребления для отдельных зон республики: оценка влияния научно-технического прогресса на удельные показатели энергопотребления; уточнение показателей объемов энергопотребления на основе прогнозных данных развития народного хозяйства (по отраслям и регионам); оценка оптимальных энергоносителей для важнейших технологических процессов по этапам развития народного хозяйства и удельных норм их потребления, определение оптимальной глубины электрификации, а также топливно-энергетических ресурсов и энергоисточников по зонам и крупным энергоузлам республики на различные этапы развития народного хозяйства; разработка топливно-энергетического баланса Казахстана (в разрезе районов и в целом по республике) с увязкой с соседними экономическими районами страны; разработка оптимальной схемы ОЭС и ЕЭС Казахстана; определение целесообразной структуры генерирующих мощностей отдельных энергосистем по этапам прогнозируемого периода; наращивание запасов топливно-энергетических ресурсов, особенно в районах наибольшего энергопотребления; эффективное сжигание казахстанских топлив с максимальным к. п. д., минимальным износом оборудования и выносом в окружающую среду вредных примесей и др.

Общий объем потребности в продукции всех отраслей сельского хозяйства страны, согласно прогнозным расчетам ряда специалистов, увеличится к концу рассматриваемого периода примерно в 2 раза по сравнению с 1975 г.

В решении этой проблемы исключительную роль должно сыграть дальнейшее развитие сельского хозяйства в республиках Средней Азии и Казахстане. Для этого здесь имеются большие возможности, в частности, район располагает огромными площадями плодородных земель, пригодных для широкого орошаемого земледелия. Более 60% таких земель страны находятся в Казахстане и Средней Азии,

причем в нашей республике — 60 млн. *га*, т. е. 43% союзного фонда. Район характеризуется обилием солнечного тепла. Относительная продуктивность климата здесь значительно выше, чем в лучших районах Южной Украины и Молдавии.

В Казахстане имеются большие площади плодородных земель в зоне неустойчивого естественного увлажнения. Сюда относятся бывшие целинные земли Северного и Западного Казахстана. Без орошения они дают невысокие (в среднем за многолетие около 8 *ц* с 1 *га*) и чрезвычайно неравномерные урожаи зерновых культур. А при искусственном увлажнении почв здесь возможно получение высоких устойчивых урожаев зерновых (не менее 25—30 *ц* с *га*) и кормовых культур.

Существенным препятствием для широкого развития орошаемого земледелия этого крупного региона СССР является ограниченность местных водных ресурсов. Коэффициент естественной увлажненности (отношение годового количества осадков к сумме испаряемости) по водохозяйственным районам региона составляет в пределах Казахстана:

а) в Восточном — от 0,15 до 0,9, Юго-Восточном — от 0,06 до 0,3, Южном — от 0,06 до 0,12, Западном — от 0,07 до 0,14;

б) в равнинных районах бассейна рек Амударьи и Сырдарьи — около нуля.

В то же время земли Западно-Сибирской низменности страдают от избытка влаги (средний по зоне коэффициент естественной увлажненности — 1,4), что серьезно препятствует и осложняет использование богатейших земельных, минерально-сырьевых и древесных ресурсов региона. Развитие же сельского хозяйства здесь требует широкого применения осушительных мелиораций.

Все районы Казахстана дефицитны по воде, особенно это относится к его южным, западным и центральным зонам. Общий объем возможных к практическому использованию водных ресурсов республики оценивается в 56 млрд. $м^3$ (из них 46 млрд. $м^3$ — поверхностные, 10 — подземные), что покрывает потребности не более 10% общей площади земель, пригодных для орошения. Коренное решение проблемы водного благоустройства, в частности обеспечения потребности в воде орошаемого земледелия, возможно только при условии переброски сюда части стока сибирских рек.

В маловодные годы уже испытывает дифицит в воде сельское хозяйство (особенно поливное земледелие) республ-

лик Средней Азии в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи. Из года в год снижается горизонт и увеличивается соленость Аральского моря и уменьшается его рыбопродуктивность.

В связи с изложенным крайне необходимо осуществить в рассматриваемой перспективе переброску части стока сибирских рек в засушливые районы Казахстана и Средней Азии. Она должна рассматриваться как комплексная проблема водного благоустройства всего срединного региона СССР, включающая водообеспечение засушливой его части, регулирование увлажнения почв районов неустойчивого естественного увлажнения, а также осушительные мероприятия в зоне избытка влаги.

Основные трассы переброски стока сибирских рек пройдут по территории Северного Казахстана — в зоне неустойчивого естественного увлажнения почв. В связи с этим в этом районе должно быть организовано орошение бывших целинных земель, что, как указано выше, может обеспечить высокую и стабильную урожайность зерновых и кормовых культур. Реализация этого мероприятия потребует проведения значительного объема научно-исследовательских и опытных работ в производственных условиях по выявлению оптимального режима орошения, по технике полива различных культур, селекционных работ по установлению оптимальных видов зерновых и кормовых культур для орошаемых земель, по разработке мелиоративных мероприятий для предотвращения возможного вторичного засоления почв и других.

Орошение земель Северного Приаралья и сбросы излишков оросительных вод в относительно влажные годы с полей орошения Северного Казахстана могут оказать существенное положительное влияние на уровенный и солевой режим Аральского моря.

Точно так же переброска стока сибирских рек по трассе — верховья Оби — Бухтарминское водохранилище — Северное Прибалхашье и сброс излишков воды в западную часть озера Балхаш в годы повышенной естественной увлажненности создадут благоприятные условия для уровенного и солевого режима этого водоема.

Осуществление указанной переброски потребует много времени и средств. В связи с этим первоочередной задачей водного благоустройства республики в рассматриваемый период является максимальное и эффективное использование местных водных ресурсов, на базе которых, в частности,

возможно увеличить площадь орошаемой пашни в 2—3 раза. В рассматриваемый период орошаемая площадь республики, вероятно, увеличится примерно в 2 раза против современного уровня. Основные массивы орошения будут в южных (в Чимкентской, Джамбулской и Кзыл-Ординской) и юго-восточных (в Алма-Атинской и Талды-Курганской), а также они могут появиться в районах Приртышья.

Важнейшим рычагом роста общественной продукции вообще и достижения указанных выше показателей развития энергетики и водного хозяйства, в частности, является интенсификация производства на базе широкого применения достижений науки и техники.

Интенсификация оказывает весьма существенное влияние на темпы роста производства материальных ценностей. Так, в промышленности Казахстана в настоящее время на их долю падает до 50% прироста производства продукции. По прогнозам отдельных экономистов, указанная доля к концу рассматриваемого периода может составить порядка 93—95%*.

В современных условиях в Казахстане научно-технический прогресс обеспечивает почти 70% роста производительности труда, около 70% снижения себестоимости, почти 80% экономии материальных затрат и до 35% прироста получения чистой продукции. Максимальное ускорение научно-технического прогресса особенно важно в восточных районах страны, где трудовые ресурсы ограничены, в результате сдерживаются темпы более широкого освоения природных богатств. К такому району относится и Казахстан, поэтому темпы научно-технического прогресса здесь должны быть относительно высокими.

Потенциальную возможность интенсификации производства в значительной степени может характеризовать удельный вес затрат на науку в общих капитальных вложениях. Наука, как известно, открывает законы природы и разрабатывает пути их практического использования и тем самым создает важнейшие исходные предпосылки для интенсификации производства. Только наука позволяет создать качественно новые орудия труда, материалы и технологию.

---

* Эти и другие ниже приведенные цифры, характеризующие степень влияния технического прогресса на рост общественной продукции и производительности труда, нами даются по данным доктора экономических наук У. Б. Баймуратова.

Этим и объясняется то положение, что затраты на развитие науки и на реализацию ее достижений во всех странах постоянно растут. Так, в нашей стране в 1971 г. затраты на науку прикладного характера составляли около 14% от капитальных вложений против 12,3 в 1965 г., а темпы ее роста почти на 40% опережают темпы роста общих капитальных вложений.

Показателем роста интенсификации производства является также удельный вес затрат на прогрессивные орудия труда в общих капитальных вложениях. В стране этот показатель постоянно растет. Например, в Казахстане он возрос с 1,67% в 1963 г. до 4,5 в 1972 г. В данное время в республике таковые затраты составляют около 25% стоимости вновь вводимого оборудования, что нельзя признать высоким. Интересы дела требуют резкого увеличения удельного веса прогрессивных видов техники, способных существенно повысить интенсификацию производства.

Одним из главных направлений интенсификации является повышение эффективности общественного труда, в первую очередь живого труда. В настоящее время до 70% прироста производительности труда в промышленности Казахстана обеспечивается внедрением новой техники и технологии, а в рассматриваемый период эта доля, по прогнозам экономистов, повысится до 85%. В основных отраслях промышленности в ближайшей перспективе таковая достигнет: в металлургии меди 89% против 75% в 1975 г., в производстве фосфора — 74% против 67%, добыче угля — 86% против 83%, нефтедобыче — 76% против 70% в 1975 г.

Научно-технический прогресс повышает эффективность основных фондов, увеличивает фондоотдачу и снижает материалоемкость продукции.

Из изложенного выше видно, какое огромное значение имеет научно-технический прогресс в росте производительности труда и увеличении общественного продукта.

Научно-технический прогресс в свою очередь ставит немало острых социально-экономических проблем. При этом, в частности, может иметь место нарушение биологического равновесия в природе, загрязнение воздушного и водного бассейнов, истощение невозобновляемых природных ресурсов и др. Эти отрицательные аспекты технического прогресса, разумеется, обязательно должны быть учтены при оценке общегосударственной эффективности тех или иных путей его ускорения.

Одним из важных факторов повышения эффективности общественного производства является совершенствование планирования. В этой связи важную роль призван сыграть научно-обоснованный долгосрочный прогноз развития важнейших отраслей народного хозяйства.

Он является основой стратегии планирования роста производительных сил и социально-экономического прогресса и позволяет обеспечить достаточно глубокое экономическое обоснование развития общества.

Предвидение представляет важное средство борьбы за коммунистическое переустройство общества, за повышение уровня научного руководства. Марксизм, как подчеркивал В. И. Ленин, отличается своим историческим подходом к явлениям общественной жизни **«не в смысле одного только объяснения прошлого, но и в смысле безбоязненного предвидения будущего и смелой практической деятельности, направленной к его осуществлению...»*** (Подчеркнуто нами.— *Ш. Ч.*).

Автор надеется, что именно в этом плане результаты проведенного им анализа и обобщения хода и тенденций технического прогресса в энергетике и водном хозяйстве Казахстана внесут определенную лепту в их дальнейшее развитие.

---

* *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 26, стр. 75.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

Введение 5

ЭНЕРГЕТИКА

Глава I. **Электрификация — основа научно-технического прогресса** 8

Ленинское учение о роли энергетики в научно-техническом прогрессе. . . . . —

Воплощение в жизнь ленинских идей электрификации страны 16

Глава II. **Природно-экономические предпосылки и особенности развития энергетики Казахстана** 24

Минерально-сырьевые ресурсы и перспективы размещения в республике энергоемкой промышленности. . —

Энергетические ресурсы 27

Общие особенности и принципы развития энергетики Казахстана 37

Глава III. **Вероятный топливно-энергетический баланс (ТЭБ) Казахстана** 42

Значение ТЭБ и основные методические положения его разработки . . . . . —

Прогнозные уровни энергопотребления 47

Приходная часть топливно-энергетического баланса Казахстана 59

Глава IV. **Общие направления технического прогресса в энергетике мира и СССР** 86

Общие тенденции развития энергетики мира . . . —

Технический прогресс в электроэнергетике 88

Технический прогресс в теплоснабжении 101

Особенности развития энергетики СССР 105

Глава V. **Технический прогресс в энергетике Казахстана** . 113
Технический прогресс в производстве энергии. . . —
Технический прогресс в транспортировке и распределении электроэнергии 130

ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Глава VI. **Направление развития и технический прогресс в водном хозяйстве** 150
Характер и особенности использования водных ресурсов . . . . . —
Водохозяйственные комплексы и их компоненты . 153
Охрана, очистка и опреснение вод 158
Научно-технический прогресс и тенденции развития водного хозяйства 162

Глава VII. **Обеспеченность народного хозяйства водными ресурсами** 169
Общая характеристика насыщенности территории СССР водными ресурсами . . . . . —
Водные ресурсы Казахстана 173

Глава VIII. **Вероятный водохозяйственный баланс засушливых зон СССР** 184
Общие прогнозные значения элементов водохозяйственного баланса засушливых зон СССР . . . —
Прогнозные показатели водохозяйственного баланса европейской части территории СССР 194
Прогнозные показатели общего водохозяйственного баланса срединного региона СССР 199
Прогнозные показатели общего водохозяйственного баланса Казахстана 208
Прогнозные показатели водохозяйственного баланса бассейнов Сырдарьи и Амударьи — основных районов поливного земледелия Средней Азии и Южного Казахстана 212

Глава IX. **Территориальное перераспределение водных ресурсов** 220
Перераспределение стока в европейской части СССР —
Общие вопросы проблемы переброски стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию. 224
Вероятная общая схема Енисей-Обь-Иртышской водохозяйственной связи 228
Вероятные схемы распределения стока сибирских рек по территории Казахстана и Средней Азии . . . 232
Современное состояние территориального перераспределения водных ресурсов в срединном регионе . . 237
Задачи научных исследований по проблеме переброски стока 239

Глава X. **Водное благоустройство Казахстана на базе местных водных ресурсов** 245

Иртышский энерговодохозяйственный комплекс . . —
Водохозяйственные проблемы Центрального и Северного Казахстана 254
Водохозяйственные проблемы Юго-Восточного Казахстана 268
Водохозяйственные проблемы Южного Казахстана и перспективы Аральского моря 280
Использование подземных вод 287

Глава XI. **Вероятное направление развития энергетики и водного хозяйства Казахстана в предстоящий период** . . 291

ШАФИК ЧОКИНОВИЧ ЧОКИН

ЭНЕРГЕТИКА И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО КАЗАХСТАНА

(научно-технический прогноз)

Редактор *Г. В. Байдер.* Худож. редактор *Г. М. Горелов.*
Художник *Р. Б. Слюсарева.* Технический редактор *Ж. М. Момунов.*
Корректор *Э. М. Тлеукулова.*

Сдано в набор 25/X 1974 г. Подписано в печать 12/VI 1975 г.
Формат 84×108 1/32 — 9,5 = 15,96 усл. п. л. (17,39 уч.-изд. л.).
УГ04010. Тираж 5500 экз. Бумага тип. № 3. Цена 1 р. 28 к.
Издательство «Казахстан», г. Алма-Ата, ул. Советская, 50.

Заказ 1336. Фабрика книги Главполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров КазССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Алма-Ата, пр. Гагарина, 93.