

Л. Б. ШЕЙНМАН



**ГИДРОЭЛЕКТРО-
СТАНЦИИ
В РАЙОНЕ
БАЙКАЛО-АМУРСКОЙ
МАГИСТРАЛИ**



**Библиотека
гидротехника и
гидроэнергетика**

Выпуск 68

Л. Б. ШЕЙНМАН

**ГИДРОЭЛЕКТРО-
СТАНЦИИ
В РАЙОНЕ
БАЙКАЛО-АМУРСКОЙ
МАГИСТРАЛИ**



МОСКВА «Э Н Е Р Г И Я» 1980

ББК 31.55

Ш 39

УДК 621.311.21 (571.1/.5)

Редакционная коллегия:

Беляков А. А., Боровой А. А., Кривченко Г. И., Куперман В. Л., Михайлов Л. П., Непорожний П. С. (председатель), Розанов Н. С., Румянцев А. М., Сапир И. Л., Серков В. С., Слисский С. М., Толкачев Л. А.

Шейнман Л. Б.

Ш 39 Гидроэлектростанции в районе Байкало-Амурской магистрали.—М.: Энергия, 1980.—88 с., ил.—(Б-ка гидротехника и гидроэнергетика. Вып. 68).

25 к.

Рассматриваются природные и экономические условия развития гидроэнергетики в зоне влияния Байкало-Амурской магистрали. Описываются схемы комплексного использования водных ресурсов бассейна рек Лены, Витима, Олекмы, Алдана, Учур. Приводятся характеристики и технико-экономические показатели гидроэлектростанций, выявленных в этом районе.

Рассчитана на широкий круг читателей — специалистов в области энергетики.

Ш 30314-460
-----270-80. 2305010000
051(01)-80

ББК 31.55
6С7.5

ЛЕОНИД БОРИСОВИЧ ШЕЙНМАН

Гидроэлектростанции в районе Байкало-Амурской магистрали .

Редактор издательства *О. А. Прудовская*

Технический редактор *Н. П. Собакина*

Корректор *Л. А. Гладкова*

ИБ № 2745

Сдано в набор 16.06.80 Подписано в печать 21.10.80 Т-17669 Формат 84x108 ¹/₃₂

Бумага типографская № 1 Гарн. шрифта литературная Печать высокая
Усл. печ. л. 4,62 Уч.-изд. л. 4,85 Тираж 1000 экз. Заказ 676 Цена 25 к.

Издательство «Энергия», 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10
Московская типография № 10 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Предисловие

Возрастающий уровень индустриализации и электрификации народного хозяйства СССР, постоянное повышение потребления электрической энергии требует широкого и планомерного вовлечения в топливно-энергетический баланс возобновляемых энергетических ресурсов и, в частности, гидравлической энергии рек.

Однако экономически эффективные гидроэнергоресурсы распределены по территории страны неравномерно — около двух третей их приходится на Сибирь и Дальний Восток. Значительная часть этих ресурсов размещена в зоне экономического тяготения Байкало-Амурской магистрали и уже используется для выработки электроэнергии либо находится в стадии освоения.

Как отметил Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР товарищ Л. И. Брежнев в речи на пленуме ЦК КПСС 27 ноября 1979 г., размах созидательной деятельности советских людей особенно ярко проявляется в огромных масштабах строительства; продолжается динамическое развитие территориально-производственных комплексов; на БАМе уложено уже свыше 1500 км железнодорожных путей.

«Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы», принятыми XXV съездом КПСС, предусматривается дальнейшее наращивание экономического потенциала восточных районов и повышение их роли в общесоюзном производстве промышленной продукции. Предлагается ускоренно развивать отрасли, имеющие для этого наиболее благоприятные природные предпосылки, в особенности топливную промышленность и энергоемкие производства.

Несомненно, что тенденция ускоренного развития восточных районов страны сохранится на длительный период. Это находит подтверждение в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 12 июля

1979 г. «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы», которое предусматривает в числе первоочередных программ развития отдельных регионов и территориально-производственных комплексов программу по развитию зоны БАМа.

Основным фактором, способствующим выполнению этих огромных задач, является прокладка Байкало-Амурской железнодорожной магистрали, которая откроет доступ к многим кладовым природы, в том числе к эффективным гидроэнергетическим ресурсам.

Экономические исследования многих авторов подтверждают, что эффективные гидроэлектростанции в зоне Байкало-Амурской магистрали могут стать основой новых территориально-производственных комплексов, которые предстоит создать в этом регионе.

«Основными направлениями развития народного хозяйства» в зоне, тяготеющей к магистрали, предусматривалось завершение сооружения Зейской ГЭС и начало строительства Бурейской ГЭС. Значительно должны были усиливаться геологоразведочные и научно-исследовательские работы по комплексному развитию производительных сил. Освоение природных ресурсов в этой зоне предусматривалось по мере завершения строительства отдельных участков магистрали.

В настоящее время Зейская ГЭС уже введена на полную мощность, ведутся работы на створе Бурейского гидроузла, расширяется добыча алданских углей.

Как показывает опыт сооружения гидроэлектростанций Ангаро-Енисейского каскада, на реках Средней Азии и в других районах страны пионерное гидроэнергетическое строительство, обеспечивающее создание промышленной и социальной инфраструктуры районов нового освоения, образование квалифицированных строительных коллективов создает предпосылки для ускоренного формирования крупных территориально-производственных комплексов и промышленных узлов.

В свете указаний Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнева, высказанных им в апреле 1978 г. во время встречи со строителями Байкало-Амурской магистрали, изучение гидроэнергетических ресурсов зоны БАМа с целью их скорейшего планомерного использо-

вания является одним из направлений системного подхода к решению важной экономической задачи развития производительных сил Сибири и Дальнего Востока.

При подготовке книги автор использовал проектные разработки института «Гидропроект» и его Ленинградского отделения, материалы сборников статей по вопросам природных условий и экономики зоны БАМа, статей, опубликованных в журналах «Вопросы экономики» и «Гидротехническое строительство», монографий по комплексному использованию водных ресурсов и ряд других.

Предлагаемая книга должна ознакомить широкий круг читателей — специалистов в области энергетики и энергетического строительства, экономической географии и планирования народного хозяйства с особенностями природных условий зоны БАМа, размещения и концентрации гидроэнергетических ресурсов, историей их изучения и масштабами освоения.

В книге дана краткая характеристика природных условий районов, приведен обзор развития народного хозяйства в зоне экономического влияния магистрали; приведены описания действующих и строящихся гидроэлектростанций и сделана попытка обобщения особенностей проектирования и строительства гидроузлов в рассматриваемом регионе. В заключительной главе дано краткое описание проектируемых гидроузлов на реках в бассейнах Лены и Амура.

Учитывая физико-географическую специфику рассматриваемого региона, особое внимание уделено природоохранным мероприятиям при строительстве гидроузла.

Автор выражает глубокую благодарность рецензенту книги инж. А. К. Вахрамееву, внесшему много ценных предложений по улучшению ее содержания, и заранее благодарит читателей за замечания и советы.

Все замечания и пожелания по книге просьба направлять по адресу: 113114, Москва, Шлюзовая наб., 10, изд-во «Энергия».

Автор

Введение

Байкало-Амурская магистраль протянется в широтном направлении от станции Тайшет на западе до порта Советская Гавань на побережье Тихого Океана. Начальный и конечный участки магистрали — от Тайшета до Усть-Кута и от Комсомольска-на-Амуре до Советской Гавани были построены соответственно в 1951 и 1945 гг. С выходом 8 июля 1974 г. постановления ЦК КПСС «О строительстве Байкало-Амурской железнодорожной магистрали» начался завершающий этап строительства основного участка БАМа от Усть-Кута на Лене до Комсомольска-на-Амуре.

Общая протяженность основной трассы БАМа составляет 3122 км, в том числе Западного участка (Усть-Кут—Северо-Байкальск) 342 км, Центрального участка (Северо-Байкальск — Тында) 1345 км и Восточного участка (Тында — Комсомольск-на-Амуре) 1435 км. Кроме того, в состав БАМа входит меридиональная железнодорожная линия длиной 395 км от разъезда БАМ до станции Беркамит (так называемый «Малый БАМ»), связывающая существующую Транссибирскую железнодорожную магистраль с новой трассой и южно-якутскими месторождениями полезных ископаемых.

Байкало-Амурская магистраль пересечет 7 горных хребтов и множество рек. Строительство БАМа требует сооружения 5 туннелей, самыми протяженными из которых будут Байкальский (6,7 км) и Северо-Муйский (15 км), и 20 крупных мостов общей длиной свыше 10 км.

Реки Восточной Сибири и Дальнего Востока—Лена, Олекма, Алдан, Учур и Амур сыграли огромную роль как пути продвижения в эти края русских первопроходцев В. Д. Пояркова и Е. П. Хабарова в середине XVII в. И в дальнейшем они служили (и частично еще служат) важными транспортными коммуникациями.

Однако эти реки (за исключением Амура) протекают в меридиональном направлении и не могут решить основную задачу транспорта с запада на восток. Кроме того, они доступны для судоходства лишь в течение короткого летнего периода, имеют горный характер, изобилуют многочисленными естественными препятствиями. Поэтому основные функции перевозки грузов в широтном направлении с начала текущего столетия несет построенная в то время Транссибирская железнодорожная магистраль, пропускная способность которой благодаря прокладке местами вторых путей, электрификации и другим мерам резко возросла. Однако существующая магистраль на участке восточнее озера Байкал протрассирована относительно далеко от зоны концентрации полезных ископаемых и лесосырьевых ресурсов.

Вопрос строительства широтной железной дороги, приближенной к крупным горнорудным месторождениям (т. е. пролегающей севернее озера Байкал), стоял еще в конце XIX столетия. В то время, однако, технический уровень транспортного строительства не позволил всерьез рассматривать северные варианты, отличающиеся значительной сложностью.

Впоследствии, уже в 30-х годах нашего века, проф. Н. Н. Колосовский, выдвигая идею строительства новой железнодорожной «сверхмагистрали» примерно по принятой в настоящее время трассе БАМа, подчеркивал исключительно большое экономическое значение новой трассы. «Все направление линий Великого Сибирского пути, — писал он в 1935 г., — выбрано так, чтобы ...охватить лесные ресурсы верхней Лены, выйти к озеру Байкал и дальше подойти к колоссальным горнопромышленным и скотоводческим районам Якутии, к ее золотопромышленным центрам, к Баргузинскому золотопромышленному району и захватить все гидроэнергоресурсы горных верховьев рек Лены, Витима, Олекмы, Зеи, Бурей, обслужить Буреинский каменноугольный район и выйти к Советской Гавани на Японском море»¹.

Этот прогноз в значительной степени подтверждается современным развитием экономики, результатами геологической разведки, исследованиями гидроэнергетических ресурсов.

¹ «Железнодорожная система Великого Сибирского пути». Вопросы географии, 1977, № 105.

Строящаяся Байкало-Амурская магистраль откроет новый железнодорожный выход к Тихому океану, сократит дальность перевозок между основной частью страны и тихоокеанскими портами на 445 км по сравнению с существующим направлением, улучшит внешнеторговые связи Советского Союза со странами тихоокеанского бассейна.

В речи на торжественном заседании, посвященном 20-летию освоения целины, Л. И. Брежнев отметил по поводу Байкало-Амурской магистрали: «Строительство этой железной дороги, которая прорежет сибирский массив с его неисчерпаемыми природными богатствами, открывает путь к созданию нового крупного промышленного района: вдоль нее вырастут поселки и города, промышленные предприятия и рудники, разумеется, будут вспаханы и пущены в сельскохозяйственный оборот и новые земли». ¹

Зона непосредственного экономического влияния БАМа расположена в двух крупных экономических районах— Восточно-Сибирском и Дальневосточном. Она простирается вдоль магистрали в виде полосы длиной свыше 3000 км и шириной до 400 км *.

В настоящее время для зоны БАМа характерны значительная удаленность от экономических центров, малочисленность населения (0,1—0,5 чел/км²) и слабое развитие транспортных связей.

Строительство железной дороги создаст предпосылки для ускоренного экономического развития территории, прилегающей к магистрали. Это в свою очередь потребует создания надежной базы энергоснабжения для формирующихся промышленных узлов и территориально-промышленных комплексов.

Одним из эффективных источников энергоснабжения этого района должны стать гидроэлектростанции на крупных реках, протекающих в зоне Байкало-Амурской магистрали. Осуществляемое планомерное освоение потенциальных энергетических ресурсов рек обеспечивает возможность удовлетворения потребности развивающегося народного хозяйства и растущего населения этого важнейшего региона на длительный период.

¹Л. И. Брежнев. Ленинским курсом. Речи и статьи. — М.: Политиздат, 1974, т. 4, с. 457.

* В данной книге рассматривается лишь зона в пределах строящегося основного участка трассы Усть-Кут—Комсомольск-на-Амуре,

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИИ РАЙОНОВ ЗОНЫ БАЙКАЛО-АМУРСКОЙ МАГИСТРАЛИ

1. Орографическое строение. Климат и реки

Ресурсы гидравлической энергии рек, а также возможности их использования тесно связаны с физико-географическими особенностями территорий — их высотным расположением, строением рельефа, климатическими и другими природными факторами. Как правило, наиболее крупные гидроэнергетические ресурсы концентрируются в горных и предгорных районах. Их использованию благоприятствует наличие межгорных котловин и впадин, в пределах которых могут размещаться водохранилища для сезонного или многолетнего регулирования стока рек. Поэтому рассмотрение орографического строения зоны, тяготеющей к Байкало-Амурской магистрали и ее климатических особенностей является основой для оценки гидроэнергетического потенциала и возможности его освоения.

Орографическое строение и сейсмичность. Территория, прилегающая к Байкало-Амурской магистрали, представляет собой комплекс горных хребтов и межгорных впадин, плоскогорий и низменных равнин (рис. 1).

Западный участок рассматриваемой зоны охватывает южную окраину Восточно-Сибирского плоскогорья, расположенного в пределах Сибирской платформы (Лено-Ангарское плато и Предбайкальская впадина). Преобладающие абсолютные отметки поверхности колеблются здесь в пределах 400—1000 м. Отдельные массивы расчленены широкими речными долинами глубиной до 100—300 м. Склоны возвышенностей и речных долин — пологие, рельеф увалистый.

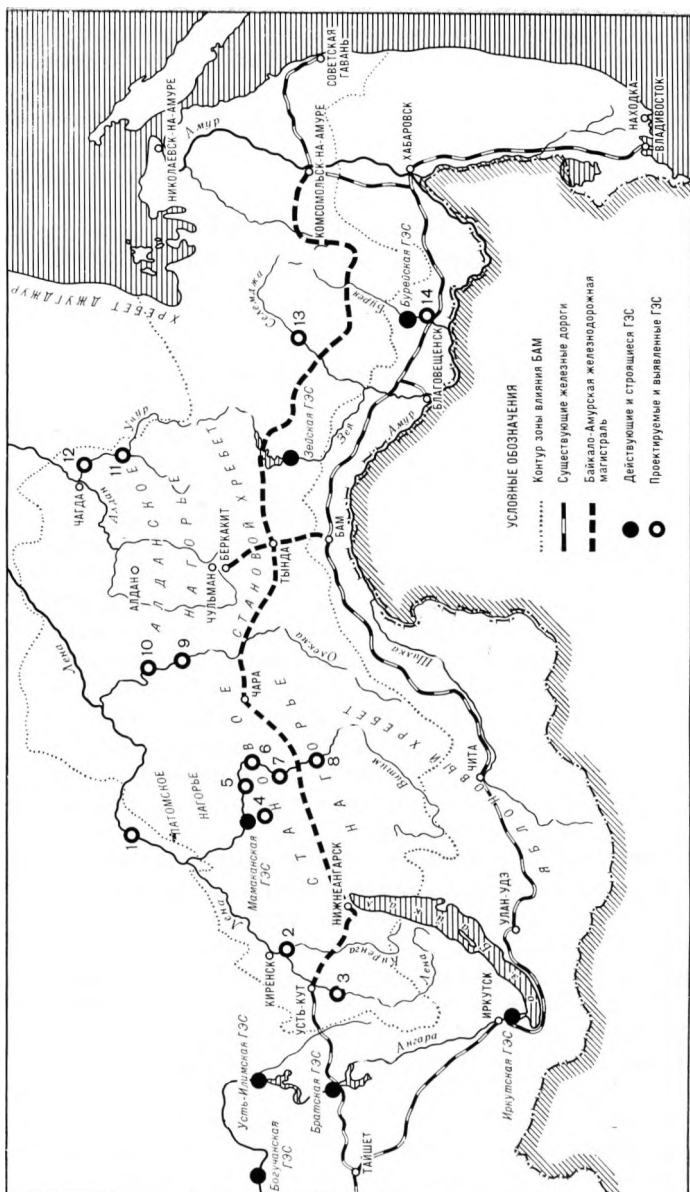


Рис. 1. Схематическая карта района, прилегающего к трассе Байкало-Амурской магистрали.

1 — Ленская ГЭС; 2 — Шороховская ГЭС; 3 — Верхне-Ленская ГЭС; 4 — Тельмамская ГЭС; 5 — Бодайбинская ГЭС; 6 — Амальская ГЭС; 7 — Каралонская гз.; 8 — Мокская ГЭС; 9 — Олекминская ГЭС; 10 — Киретская ГЭС; 11 — Средне-Учурская ГЭС; 12 — Нижне-Учурская ГЭС; 13 — Дагмарская ГЭС; 14 — Нижне-Бурейская ГЭС.

Далее на восток расположена Байкальская горная страна, в которую входят четыре физико-географических района: Прибайкалье, Забайкалье, Становое нагорье и группа Северных Байкальских нагорий. Строение рельефа в этом регионе определяется системой параллельных горных хребтов, простирающихся в северо-восточном и субширотном направлениях.

Часть этих хребтов объединяется понятием «Становое нагорье». Между хребтами заключены различные по площади, высотному расположению и конфигурации межгорные котловины байкальского типа. Наиболее крупные из них: Северо-Байкальская, Верхне-Ангарская, Муйская и Чарская котловины.

Наибольшие перепады высот, достигающие 2300 м, наблюдаются между вершинами Станового нагорья (хребет Кодар, 3000 м) и подошвами Муйской и Чарской впадин.

Хребты Станового нагорья пересекаются двумя крупными реками — Витимом и Олекмой. В местах прорыва образуются многочисленные пороги и шиверы. К ним приурочены участки повышенной концентрации энергетических ресурсов.

Для этого района характерны резкая расчлененность, альпийские формы рельефа. По подножиям склонов почти повсеместно распространены селевые и лавинно-обвальные конусы выноса. Такой же тип рельефа характерен для северных районов восточной части зоны влияния БАМа — Учуро-Майнского горного узла (хребты Токинский Становик, Джугджур и др.). Здесь преобладают островершинные гребни, крутые скалистые склоны, узкие речные долины, загроможденные валунами и остроугольными глыбами.

К северной части зоны влияния БАМа относятся Лено-Алданское плато и Алданское нагорье, отличающиеся более спокойным увалистым рельефом. Восточная часть зоны находится в пределах среднегорья и межгорных аллювиально-озерных равнин Амурско-Приморской географической области.

Зона, тяготеющая к Байкало-Амурской магистрали, расположена на территории с интенсивностью возможных землетрясений от 5 до 10 баллов.

Наиболее сейсмоактивной региональной структурой района является Саяно-Байкальское сводовое поднятие, которое затрагивает в основном центральную часть зо-

ны. В пределах этого поднятия максимальная активность связана с поясом впадин байкальского типа. Главнейшими сейсмоактивными структурами являются здесь глубинные разломы и тяготеющие к ним блоковые структуры, в том числе разрастающиеся приразломные впадины. Именно к таким впадинам приурочены эпицентры новейших землетрясений.

Средний период повторяемости сильных землетрясений составляет здесь около 150 лет. Землетрясения, способные вызвать 9-балльные эффекты, могут случаться приблизительно один раз в 50 лет. С частотой около 15 лет в полосе БАМа от Байкала до Олекмы возможны 8-балльные землетрясения, один раз в 2—5 лет могут быть толчки до 7 баллов.

Зона 10-балльной сейсмичности охватывает узкую полосу Муйской и Чарской котловин, в пределах которых не предусматривается гидроэнергетического строительства.

Восточная часть рассматриваемой территории изучена в сеймотектоническом отношении слабее, чем западная и центральная. В целом она существенно более спокойна.

Климатическая характеристика. В пределах зоны влияния БАМа находится обширная территория, неоднородная по своим природным условиям. Общим для всей зоны является суровый климат с преобладанием летних осадков, преимущественно пересеченный рельеф, широкое распространение многолетней мерзлоты.

Западный и центральный участки трассы проходят в районах Прибайкалья и Забайкалья, характеризующихся резкой континентальностью, теплым летом и морозной малоснежной зимой. Средние температуры января колеблются от -20 до -34°C при абсолютном минимуме -60°C . Особенно низкие температуры наблюдаются зимой в котловинах Витимского плоскогорья и Станового нагорья. Летние температуры воздуха достигают местами $35-40^{\circ}\text{C}$.

Для этих районов характерны резкие перепады температур в течение суток и отрицательные среднегодовые температуры воздуха (от -5 , -7°C по днищам широких низких котловин до -12°C в высокорасположенных горных долинах Станового нагорья).

Среднее многолетнее количество атмосферных осадков здесь лишь в горных зонах превышает 500 мм, из

которых всего 50—70 мм приходится на холодное время года. Мощность снежного покрова изменяется на равнинных участках от 10—15 до 50—80 мм. Повышенная снежность горных хребтов в сочетании со значительной крутизной склонов способствует широкому распространению снежных лавин и гляциальных селей.

Восточная часть территории относится к Амурско-Приморской климатической зоне, находящейся в летний период под воздействием муссонной циркуляции воздушных масс. В то же время сухие весна и осень, а также суровая малоснежная зима приближают этот тип климата к континентальному климату Забайкалья и Якутии.

Абсолютные значения отрицательных температур воздуха здесь несколько меньше. Перепады суточных температур более умеренны, лето прохладнее. Средние температуры воздуха в январе находятся в пределах от —18 до —32°C, минимальные температуры достигают —55°C.

В связи с малым количеством зимних осадков наблюдается глубокое сезонное промерзание почвы, достигающее в пределах Зейско-Буреинской равнины 3 м и более.

Средние июльские температуры колеблются от 10 до 16°C. В июле начинается обычно период муссонных дождей, которые часто идут без перерыва несколько дней. Иногда за сутки выпадает 100—150 мм осадков при годовой норме 500—700 мм. Это приводит к интенсивным паводкам, достигающим иногда катастрофических размеров, и образованию дождевых селей.

Гидрологическая характеристика. Трасса Байкало-Амурской магистрали проходит в пределах Ленского и Амурского речных бассейнов, пересекая Лену и ее притоки— Киренгу, Витим и Олекму, притоки Амура — Зею, Селемджу, Бурею и Амгунь, и заканчивается на Амуре.

В зоне влияния магистрали находится ряд других крупных рек. Сооружение БАМа будет способствовать возможности освоения их энергетических ресурсов. Это в первую очередь относится к Алдану и его основным притокам (Учур, Тимптон и др.).

Притоки Лены и Амура в пределах зоны влияния БАМа относятся преимущественно к рекам горного типа с узкими долинами. По сравнению со средним показателем пр стране они характеризуются повышенной нор-

мой годового стока (8—12 л/с с 1 км² водосборной площади). Норма стока резко возрастает для участков водосбора, расположенных на высоких отметках.

Хотя перечисленные водотоки существенно различаются по расходу воды, уклону, масштабам энергетических ресурсов — они сходны по одной чрезвычайно существенной характеристике: неравномерности внутригодового распределения водного стока. Это обусловлено в первую очередь общностью климатических и геологических условий региона в целом—широким распространением многолетней мерзлоты и глубоким сезонным промерзанием грунта, в результате чего грунтовое питание водотоков имеет подчиненное значение по сравнению с поверхностным. Сказывается также отсутствие крупных регулирующих водоемов. Некоторое (преимущественно внутрисезонное) регулирование стока в бассейне Амура имеет место за счет высокой заболоченности (до 35%) территории.

Многоводным является здесь весенне-летний период, в течение которого реки с водосборной площадью, превышающей 5000 км², приносят 75—90%, а малые реки до 98% годового объема стока. Сток наиболее многоводного месяца в среднем составляет 30—35% годового объема.

В целом по зоне БАМа менее 5% годового стока рек проходит в зимний период, около 30% весной и свыше 60% в течение лета и осени.

Водный режим большинства рек в зоне Байкало-Амурской магистрали характеризуется преобладанием дождевого питания. За счет этого непрерывно в течение теплой части года формируются паводки, во время которых уровни воды за короткие сроки поднимаются на высоту до 13—15 м. В пределах всей рассматриваемой зоны летние паводковые расходы превышают расходы воды в период весеннего половодья.

Крайняя неравномерность водоносности рек, протекающих в зоне БАМа, в сопоставлении с некоторыми другими водотоками нашей страны иллюстрируется данными табл. 1.

Одним из следствий низких зимних расходов воды рек в зоне БАМа является повсеместное перемерзание малых водотоков и частично более крупных рек (на перекатах) с образованием наледей. В связи с длительной

Холодной зимой ледостав на реках продолжается, как правило, шесть месяцев и более.

Река Лена протяженностью от истока до устья 4400 км имеет водосборную площадь 2488 тыс. км², что почти в два раза больше водосбора р. Волги. Средне-многолетний расход воды в устье Лены достигает

Таблица 1

Река и створ	Бытовые расходы воды (м ³ /с) вероятностью превышения			Отношение к минимальному расходу		Особенности питания
	1%—макс. (весна—лето)	50%—средне-многолетний	99%—миним. (зима)	максимального	среднего	
Ангара, Братская ГЭС	7000	2906	1060	6,6	2,7	Преимущественно озерное
Дон, Цимлянская ГЭС	13 200	670	100	132	6,7	Подземное и поверхностное
Зея, Зейская ГЭС	14 000	775	2,8	5000	278	Преимущественно поверхностное
Буряя, Бурейская ГЭС	12 400	878	2,0	6200	439	поверхностное, дождевое
Витим, Мокекая ГЭС	18 300	765	0,5	36 600	1530	То же " "

15 140 м³/с, а годовой сток реки 475 км³. По водности, протяженности и площади бассейна Лена одна из крупнейших рек СССР и всего мира.

В зону экономического влияния БАМа попадает, однако, не вся река, а лишь Верхняя и частично Средняя Лена на длине 1800 км от истока до г. Ленска. Площадь водосбора этого участка реки составляет около 450 тыс. км². Кроме того, в зону влияния магистрали входит часть бассейна Алдана (впадающего в Лену вне границ зоны) общей площадью около 200 тыс. км². Таким образом, зона влияния БАМа в пределах бассейна р. Лены охватывает 650 тыс. км², или более 27% его площади.

Лена берет начало на западном склоне Байкальско-го хребта на высоте 930 м над уровнем моря.

На верхнем участке (от истоков до устья р. Витима) она протекает в узкой долине (1—10 км) с высо-

кими берегами — уступами плоскогорий, сложенными песчаниками. Крутые обрывы долины, близко подходящие к руслу реки, образуют так называемые щеки.

Трасса БАМа пересекает Лену в районе поселка Усть-Кут (Осетрово), в 775 км от ее истока. Начиная с этого участка река становится судоходной, однако ограниченные глубины на участке до р. Киренги (1113 км от истока) затрудняют развитие водного транспорта.

На 1681 км от истока водосборная площадь р. Лены достигает 200 тыс. км². Здесь в нее впадает полноводный Витим, который по площади бассейна и длине превосходит Лену в месте их слияния. Русло Лены ниже устья Витима расширяется, достигая местами 2 км; береговые возвышенности отдаляются, ширина долины увеличивается до 30 км.

В районе г. Ленска среднемноголетний расход воды составляет свыше 4100 м³/с, что превосходит расход такой реки, как Кама в ее устье.

В зону влияния БАМа полностью входят речные бассейны притоков реки Лены — Киренги и Витима.

Река Киренга, так же как Лена, зарождается на склонах Байкальского хребта и течет почти строго в северном направлении. Длина Киренги 746 км, площадь бассейна 46,6 тыс. км², среднемноголетний расход в устье 660 м³/с. Она отличается сравнительно равномерным падением и протекает в широкой долине с пологими склонами. Лишь на отдельных участках среднего течения русло реки стеснено береговыми утесами высотой до 60 м. В нижнем течении долина Киренги значительно расширяется, встречается много разветвлений и островов. Ширина русла достигает здесь 250—400 м, глубина 3,0—3,5 м.

Река В и т и м — третий по крупности приток Лены, имеет длину 1978 км (включая исток — р. Витимкан) и площадь бассейна 225 тыс. км². Река по длине может быть разделена на три части: верхнее течение — от истоков до устья р. Калар (длина 1102 км), среднее течение — до устья р. Мамакана (603 км) и нижнее течение, протяженностью 273 км. Истоки Витима находятся на склоне Икатского хребта восточнее оз. Байкал на высоте около 1500 м. Далее река огибает Витимское плоскогорье и протекает в широкой долине, окруженной горами с пологими склонами. В среднем течении Витим принимает ряд крупных притоков — Калар, Ци-

пу, Мую, Конду и Мамакан, в результате чего средне-многолетние расходы реки возрастают до 1720 м³/с. На этом участке река перерезает основные хребты Станового нагорья— Каларский, Южно- и Северо-Муйский, Делюн-Уранский. Долина Витима местами резко сужается, течение преодолевает многочисленные шиверы и пороги, препятствующие судоходству. Между хребтами расположены уже упоминавшиеся межгорные котловины. По крупнейшей из них — Муйско-Куапдинской трассируется Байкало-Амурская магистраль.

Нижнее течение Витима судоходно для средних судов Ленского пароходства; река здесь имеет ширину до 400—500 м.

Из притоков Витима, по современным воззрениям, энергетический интерес могут представить реки Ципа и Мамакан. Первая из них, длиной 534 км с водосборной площадью 42,1 тыс. км² протекает через озера Баунтовской межгорной котловины, прорезает несколько горных хребтов и впадает в Витим в его среднем течении. Среднемноголетний расход р. Ципы в устье 232 м³/с. Река Мамакан впадает в Витим в конце его среднего течения близ г. Бодайбо. Длина Мамакана 195 км, водосборная площадь 9,7 тыс. км², средний расход воды 186 м³/с.

Река Олекма — один из крупных притоков Лены, впадает в нее на 2089 км от устья (в 600 км ниже г. Ленска). Бассейн Олекмы почти полностью находится в зоне влияния Байкало-Амурской магистрали. Длина реки равна 1436 км, площадь водосбора 210 тыс. км². Истоки Олекмы расположены на северном склоне Мурайского хребта, откуда река первоначально течет в северо-восточном направлении вдоль среднегорья Олекминского Становика по широкой долине с относительно небольшими уклонами. Примерно в 1260 км от истока русло реки поворачивает на север и пересекает отроги Станового хребта. При впадении р. Нюкжи (1456 км от истока) площадь водосбора Олекмы достигает 46,9 тыс. км², среднемноголетний расход—347 м³/с.

По долине р. Нюкжи и на протяжении около 120 км вниз по долине р. Олекмы (до устья р. Хани) проходит трасса Байкало-Амурской магистрали. От устья р. Хани начинается порожистый участок Олекмы: река течет в глубокой долине прорыва между хребтами Удокан и Становым, русло сжимается скальными отрогами до шири-

ны 100—150 м, скорости течения возрастают до 5—6 м/с. Этот участок реки представляет наибольший интерес с точки зрения энергетического использования. Условной границей среднего течения Олекмы можно считать устье р. Крестьях (1810 км от истока, водосборная площадь 107 тыс. км², средний расход 940 м³/с). Ниже река протекает в широком русле, принимая непосредственно перед впадением в Лену крупный левый приток — р. Чару.

Река Алдан — крупнейший приток Лены. Полная длина реки составляет 2273 км, среднемноголетний расход в устье 5060 м³/с, водосборная площадь 729 тыс. км². Как указывалось выше, в зону влияния БАМа попадает лишь часть бассейна (228 тыс. км², или 31% от полной площади)—от истока Алдана до впадения в него р. Учур.

В этом месте (1065 км от истока) Алдан представляет собой крупную судоходную реку с водосборной площадью (без Учур) 115 тыс. км² и средним расходом воды 1170 м³/с (примерно столько же несет р. Ока при впадении в Волгу). В 250 км выше устья Учур Алдан принимает справа один из основных своих притоков — Тимптон (средний расход в устье 525 м³/с).

Река Учур (длина 812 км, водосборная площадь 113 тыс. км², расход в устье 1300 м³/с) с крупнейшими притоками Гонам и Гыным стекает с северных отрогов Станового хребта. При относительно небольшой длине она обладает значительным по площади бассейном и высокой водностью за счет разветвленной сети притоков.

Далее на восток трасса БАМ пересекает четыре крупные реки бассейна Амура — Зею, Селемджу, Бурею и Амгунь, бассейны которых полностью входят в зону экономического влияния магистрали.

Река Зейя — крупнейший из левобережных притоков Амура, берет начало на южном склоне Станового хребта. Площадь водосбора реки 232 тыс. км², длина 1242 км, падение 507 м. В среднем течении река прорезает хребет Тукарпингра, образуя при этом скалистое ущелье (Зейские ворота). После принятия крупного правобережного притока — р. Гиллой среднемноголетний расход воды составляет в створе Зейских ворот 766 м³/с. Ниже ущелья река протекает в пределах Зейско-Амурского плато, долина ее расширяется местами до 10—20 км.

Река Селемджа (водосборная площадь 68,6 тыс. км², длина 647 км, средний расход в устье 715 м³/с) впадает в Зею в 230 км выше слияния последней с Амуром. Ниже устья р. Селемджи Зея выходит на Зейско-Бурейскую равнину и впадает в Амур в 1949 км от его устья (среднеголетний расход при впадении 1910 м³/с).

Река Бурейя уступает Зее по водности и площади бассейна. Ее длина 739 км, площадь водосбора 70,7 тыс. км², средний расход в устье 1820 м³/с. Примерно в 400 км от истока Бурейя пересекает отроги хребта Турани, долина сужается, русло становится каменистым и извилистым, появляются пороги и перекаты. Через 100 км река выходит на Зейско-Бурейскую равнину и впадает в Амур в 1670 км от его устья.

Река Амгунь — самый крупный приток Нижнего Амура. Трасса БАМа на конечном участке проходит частично по долине р. Амгуни. Река образуется на восточном склоне Буреинского хребта слиянием рек Сулук и Аякат и впадает в Амур в 146 км от его устья. Длина реки 855 км (от истока Сулука), площадь водосбора 55,5 тыс. км². Среднеголетний расход Амгуни близ устья 500 м³/с. В верховьях Амгунь носит горный характер, однако на большей части своего протяжения является равнинной рекой и течет в широкой долине, образуя извилистое неустойчивое русло.

Река Амур, на которой расположен конечный пункт магистрали — город Комсомольск, занимает по площади бассейна (1845 тыс. км²) четвертое место среди рек СССР. Преобладающая часть бассейна Амура приходится на территорию нашей страны. Длина реки (от истока Аргуни) 4440 км. БАМ подходит к Амуру в его нижнем течении, которое принято считать от г. Хабаровска. На этом участке река протекает в широкой долине в пределах Нижнеамурской низменности. Русло разделено на рукава, в пойме имеется множество озер. Среднегодовой расход Амура близ устья (Амурского лимана) 10 800 м³/с.

2. Экологические условия.

Вопросы охраны окружающей среды

Рассматриваемый регион охватывает несколько крупных физико-географических зон: Байкальскую горную страну, часть гор и межгорных низменностей Даль-

него Востока и граничит на западе с плоскогорьями Средней Сибири, на севере с горами и аккумулятивными низменностями Северо-Востока Сибири, на юге с Забайкальским среднегорьем и низкогорьем, Амурско-Уссурийской равниной.

Территория, за исключением заболоченных и высокогорных участков, почти полностью покрыта таежной растительностью. Преобладающий тип почв — горно-таежно-ожелезненные, а на востоке — буротаежные. На пологих склонах, плоских вершинах увалов и днищах котловин развиты заболоченные почвы и болота.

Господствующая флора тайги — даурская лиственница с подлеском из карликовой березы, болотным багульником и сплошным моховым покровом. По падам и речным долинам распространены осоковые болота, влажные луга из осоки и чемерицы.

Верхняя граница лесов в зоне БАМа окаймлена субальпийским поясом растительности, состоящим из зарослей кедрового стланика с примесью карликовой березы, можжевельника и некоторых других кустарников. Под кустарниками развиты щебенчатые скелетные почвы или каменные россыпи.

В западной части зоны БАМа распространены лиственнично-кедровые, сосново-лиственничные и, преимущественно на песчаных террасах, чисто сосновые леса. На востоке встречаются саянская ель, амурская пихта, дуб и другие лиственные породы. Здесь широко распространены заболоченные, изреженные лиственничники («мари»).

В бассейнах Киренги, Витима, в котловинах Станового нагорья средние запасы древесины по сравнению с Приангарьем снижаются с 200—250 до 80—90 м³/га. Более низкая биологическая продуктивность восточных районов связана как с ухудшением климатических условий, так и со снижением плодородия почв. Так, для достижения сосной диаметра 24 см требуется в Приангарье 90 лет, а в условиях Забайкалья 120—150 лет.

Современные географы называют районы Северо-Байкальского, Патомского, Олекминско-Чарского, Станового и Алданского нагорий, Витимского плоскогорья и западную часть Станового хребта «Горной субарктикой Восточной Сибири»¹.

¹ Сочава В. Б., Бачурин Г. В. и др. Географические проблемы Советской Субарктики.—Доклады Института географии Сибири И Дальнего Востока, 1972, вып. 36, с. 3—19,

Несмотря на свое относительно южное положение, в силу значительной приподнятости над уровнем моря (до 3000 м) область Горной субарктики характеризуется экстремальными для жизнедеятельности человека природными условиями, транспортной оторванностью и очень слабой заселенностью. Это и послужило основанием для отнесения ее к районам, приравненным к Крайнему Северу, названным С. В. Славиным «Ближним Севером».

Среди суровой природы Горной субарктики межгорные котловины представляют собой своего рода биоклиматические оазисы. На фоне окружающих гор днища их выделяются относительно высоким биоклиматическим потенциалом и представляют местности, наиболее пригодные для заселения и освоения.

Сохранение растительного и почвенного покрова и прежде всего лесной растительности — одно из важнейших условий рационального природопользования в котловинах байкальского типа.

В Институте географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР выполнено районирование зоны БАМа с разбивкой ее на ландшафтно-экологические комплексы и сравнительной оценкой их устойчивости против техногенных воздействий¹. При этом учитывались пять показателей: растительность, ее биологическая продуктивность, характер рельефа, условия теплообеспеченности и увлажнения.

Значительные части зоны БАМа, расположенные между реками Киренгой и Олекмой, а также севернее линии, простирающейся в субширотном направлении от устья р. Нюкжи до г. Николаевск-на-Амуре, отнесены к неустойчивым и слабоустойчивым ландшафтными комплексам.

В этих условиях вопросы охраны окружающей среды в период строительства и их эксплуатации приобретают особое значение.

При проектировании и строительстве в зоне БАМа промышленных объектов, проведении лесозаготовок земляных работ, освоении новых земель в порядке осуществления компенсационных мероприятий необходимо

¹ Под понятием «устойчивость против техногенных воздействий» подразумевается способность природной системы к восстановлению ее равновесия, нарушенного в результате деятельности человека, вооруженного современной техникой.

учитывать невысокую устойчивость почв в большинстве районов к водной и ветровой эрозии, вызванную их бесструктурностью и пылеватостью. Следует также иметь в виду длительные сроки восстановления растительного покрова и в особенности древесных насаждений. От состояния почвенного и растительного покрова, особенно от степени лесистости и состояния лесных насаждений, в большой степени зависят скорости и объем поверхностного стока, частота и интенсивность паводков.

На необходимость сохранения естественной растительности при разработке и осуществлении проектов градостроительства в таких котловинах, как Чарская, В. С. Преображенский обратил внимание еще в 1962 г.*

При гидротехническом строительстве желательно сводить к минимуму количество строительных дорог, каждая из которых связана с устройством просек и другими нарушениями растительного покрова. Работы по прокладке дорог требуют особо тщательной планировки полотна, обязательного устройства водоотводов, правильного заложения откосов выемок и насыпей для сохранения существующего влажностно-температурного режима грунта.

При размещении карьеров строительных материалов желательно выбирать участки, требующие минимальных объемов лесоводки. В частности, рекомендуется ориентироваться на русловые карьеры песчано-гравийных материалов, которые к тому же всегда находятся в талом состоянии.

Очень важно обеспечивать компактную планировку вспомогательных предприятий, строительных и эксплуатационных поселков, размещать их по возможности в благоприятных инженерно-геологических и мерзлотных условиях, организовывать вокруг них зеленые зоны.

Временные базы и поселки после окончания строительства должны быть полностью демонтированы, освободившаяся территория рекультивирована.

Концентрация населения в период строительства крупных гидроузлов может отрицательно сказаться на фауне прилегающих районов. Поэтому наряду с усилением охранных мероприятий необходимо ведение широкой культурно-просветительной работы среди континген-

* Преображенский В. С. Природные условия освоения севера Чинской области—М.: Изд-во АН СССР, 1962.

та строителей, тщательная организация любительской охоты и рыболовства.

Животный мир в пределах зоны БАМа весьма разнообразен. Особенно специфична фауна озера Байкал, насчитывающая около 1000 видов, в том числе более $\frac{3}{4}$ эндемичных. На севере Прибайкалья и Забайкалья, в южных районах Якутии распространены хищные млекопитающие (соболь, колонок, горноста́й, выдра, росомаха, рысь, волк, красный волк, лиса, медведь и др.), парнокопытные (лось, марал, косуля, северный олень, кабарга, сибирский горный козел, снежный баран, кабан), различные грызуны и зайцеобразные.

В озере Байкал обитает эндемичный вид тюленя — байкальская нерпа. В дальневосточной зоне к этим животным добавляются горал, енотовидная собака, лесная кошка.

Многие из перечисленных животных представляют ценные объекты пушного и охотничьего промысла, уже в настоящее время крайне малочисленны и взяты под охрану. Благодаря принятым мерам их количество постепенно возрастает.

Наиболее строгая охрана животного мира с обязательным сохранением естественных условий обитания осуществляется в заповедниках (Баргузинский в Бурятской АССР, Хинганский и Зейский в Амурской обл.). Организуется Оронский заповедник (оз. Орон в бассейне Витима), включающий северо-западные склоны хребта Кодар.

В зоне БАМа обитают глухари, рябчики, тетерева, куропатки, кукши, кедровки, совы, ястребы и другие пернатые. В восточных районах встречаются цапли, черные аисты, журавли (в том числе крайне редкий японский журавль, занесенный в «Красную книгу»),

В целях сохранения в период эксплуатации Бурейской ГЭС природных условий в районе гнездования японского журавля в проекте этой станции предусмотрены специальные мероприятия, обеспечивающие постоянное увлажнение небольших участков территории в зоне нижнего бьефа гидроузла.

На водоемах имеется значительное количество водоплавающей птицы. Следует ожидать, что водохранилища новых гидроузлов создадут благоприятные условия для ее дальнейшего расселения.

В реках, протекающих в западной и центральной частях зоны БАМа, распространены преимущественно хариусовые, лососевые (таймень, ленок), сиговые, а также шуковые и карповые рыбы. В среднем течении Лены и Алдана встречаются в незначительном количестве осетровые рыбы (якутский или ленский осетр). Нерестилища осетра находятся на равнинных участках рек, в основном вне зоны БАМа.

Особняком стоит ихтиофауна озера Байкал (голомянка, байкальский омуль, осетр, озерный сиг). Природный комплекс озера сохраняется согласно специальному постановлению Совета Министров СССР.

В целом реки западной и центральной зоны БАМа не имеют рыбопромыслового значения из-за ряда естественных факторов, ограничивающих их рыбные запасы.

В противоположность этому реки бассейна Амура, в особенности сам Амур, Амгунь и Горюн, имеют значение как место обитания и размножения ценных пород рыбы: тихоокеанского лосося (горбуши, кеты), местных осетровых (калуги, амурского осетра) и других.

Если в бассейне Верхней и Средней Лены промышленные уловы рыбы составляют менее 1 тыс. ц в год, то в начале 70-х годов в Амуре вылавливалось ежегодно около 100 тыс. ц. Поэтому названные выше наиболее важные в рыбохозяйственном отношении реки Амурского бассейна не могут быть рекомендованы для энергетического использования.

Для восстановления рыбных запасов при строительстве на других реках зоны БАМа проектами предусматриваются и осуществляются специальные мероприятия (сооружение новых или расширение действующих рыбободных заводов, создание искусственных нерестилищ и др.).

ГЛАВА ВТОРАЯ

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЗОНЫ БАЙКАЛО-АМУРСКОЙ МАГИСТРАЛИ

3. Минеральные и лесосырьевые ресурсы

В пределах территории, тяготеющей к Байкало-Амурской магистрали, сосредоточены значительные запасы лесосырьевых и минеральных ресурсов (табл. 2).

В зоне БАМа выявлены крупные запасы руд цветных и редких металлов, сырья для алюминиевой промышленности, производства химических удобрений, имеются месторождения золота.

Т а б л и ц а 2

Наименование ресурса	Доля, %	
	от балансовых ресурсов СССР	от балансовых ресурсов Восточной Сибири и Дальнего Востока
Асбест	13	80
Железная руда	5	37
Уголь	3	10

Одна из основных экономических функций Байкало-Амурской магистрали будет состоять в вовлечении указанных ресурсов в народнохозяйственный оборот. Вдоль трассы предполагается создать индустриальный пояс, для чего целесообразно разработать «единую, централизованную программу, охватывающую все этапы работы—от проектирования до практической реализации».¹ Целью программы должно быть создание нового крупного регионального народнохозяйственного комплекса, специализирующегося на горнодобывающей, лесной и деревообрабатывающей промышленности, черной и цветной металлургии. Обслуживаемыми отраслями станут энергетика, железнодорожный транспорт, строительная индустрия и промышленность стройматериалов, агропищевой комплекс и отрасли материальных услуг.

Байкало-Амурская магистраль открывает возможность вовлечения в эксплуатацию около 40 млн. га почти не тронутых рубками лесных площадей сибирской и дальневосточной тайги.

В составе лесов зоны БАМа преобладают хвойные породы. Ими занято свыше 90% площади основных лесобразующих пород. В свою очередь из хвойных наиболее широко распространена лиственница, на долю которой приходится почти 75% площади лесов. Сосновые насаждения занимают лишь 11% площади и размещаются в основном па западе зоны. Около 7,5% площади

¹ Материалы XXV съезда КПСС. —М.: Политиздат, 1976, с. 61.

заняты ельниками, преимущественно в Хабаровском крае.

Запасы древесины в зоне БАМа позволяют удвоить нынешние объемы лесозаготовок на этой территории, доведя их до 18—19 млн. м³ ежегодно. Однако специфические условия ряда районов осложняют выбор участков рубки в связи с длительными сроками естественного восстановления лесов (100 и более лет), их почвенно- и природоохранными функциями. Поэтому, а также по причине удаленности от промышленных центров участки зоны БАМа на территории Бурятской и Якутской АССР, Читинской и Амурской областей отнесены к более отдаленной очереди освоения.

Наиболее перспективными районами заготовок являются участки в пределах Иркутской области и особенно Хабаровского края. Важнейшими центрами лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности станут районы Комсомольска-на-Амуре, Амурска, Киренска и Усть-Кута. Здесь подготавливаются к промышленной эксплуатации крупные лесные массивы с благоприятным породным составом.

Улучшению экономических показателей освоения лесов зоны БАМа должна способствовать глубокая комплексная технология переработки древесины (включая отходы и низкосортное сырье) с получением возможно большего количества и объема ценной продукции.

Байкало-Амурская магистраль на $\frac{2}{3}$ своей длины проходит в пределах Станового нагорья и вдоль подножья Станового хребта.

Эта территория рассматривается в настоящее время как самостоятельная рудоносная провинция, в пределах которой выявлены молибденовая, свинцово-цинковая, медная, ртутная, серебряная, вольфрамовая и редкоземельная минерализации.

По разнообразию и богатству горнорудных ископаемых здесь особо выделяется Кодаро-Удоканский район в центральной части БАМа.

Железные руды широко распространены в Ангаро-Ленском междуречье, в Чаро-Токкинском и Хантайском бассейнах, Амгинско-Олекминском районе, в Алданском бассейне, в верховьях р. Селемджи. Руды полиметаллов залегают в районе северной оконечности оз. Байкал (Холоднинское рудное поле), в бассейнах Витима и Чины. Медные и медно-никелевые руды найдены в

Междуречье Ангары и Лены, в районах Байкала и Чарской котловины (хребет Удокан на севере Читинской области).

К важнейшим народнохозяйственным задачам в зоне БАМа относится создание меднорудного комплекса предприятий на базе Удоканского месторождения. Обогажительная фабрика и медеплавильный завод будут превосходить по своей мощности большинство подобных предприятий. При этом их экономические показатели (удельные капиталовложения и расчетная себестоимость продукции), несмотря на сложные и суровые природные условия в районе Удокана, ожидаются лучшими, чем в среднем по медной промышленности.

Балансовые и технико-экономические расчеты показали необходимость создания новой металлургической базы на Дальнем Востоке. В качестве возможных вариантов размещения металлургического завода рассматриваются Южная Якутия, города Свободный (Амурская область) и Комсомольск-на-Амуре. Сырьевой базой для завода должны служить Южно-Якутские месторождения коксующегося угля, где в ближайшее время вводятся в действие Нерюнгринский разрез мощностью 14 млн. т угля в год (в том числе 3 млн. т энергетических углей) и обогажительная фабрика, а также расположенные в непосредственной близости крупные запасы железной руды.

Наряду с этими крупнейшими горнорудными и угольными комплексами будет развиваться добыча полезных ископаемых на севере Бурятской АССР (хризолит-асбест, цветные металлы), Иркутской области (цветные металлы, слюда и др.), в южных районах Якутии (цветные металлы, слюда и др.), в Хабаровском крае и Амурской области (уголь, цветные металлы).

Наличие крупных месторождений агрономических руд (Селигдарские залежи апатитов в Южной Якутии, Сыннырское комплексное месторождение на севере Бурятии и залежи фосфоритов в Удско-Селемджинской впадине) обеспечивает возможность развития в рассматриваемом регионе производства минеральных удобрений для дальнейшей интенсификации сельского хозяйства в районах Сибири и Дальнего Востока (рис. 2).

Для обеспечения нормальной работы предприятий отраслей общесоюзного значения (угольной, горноруд-

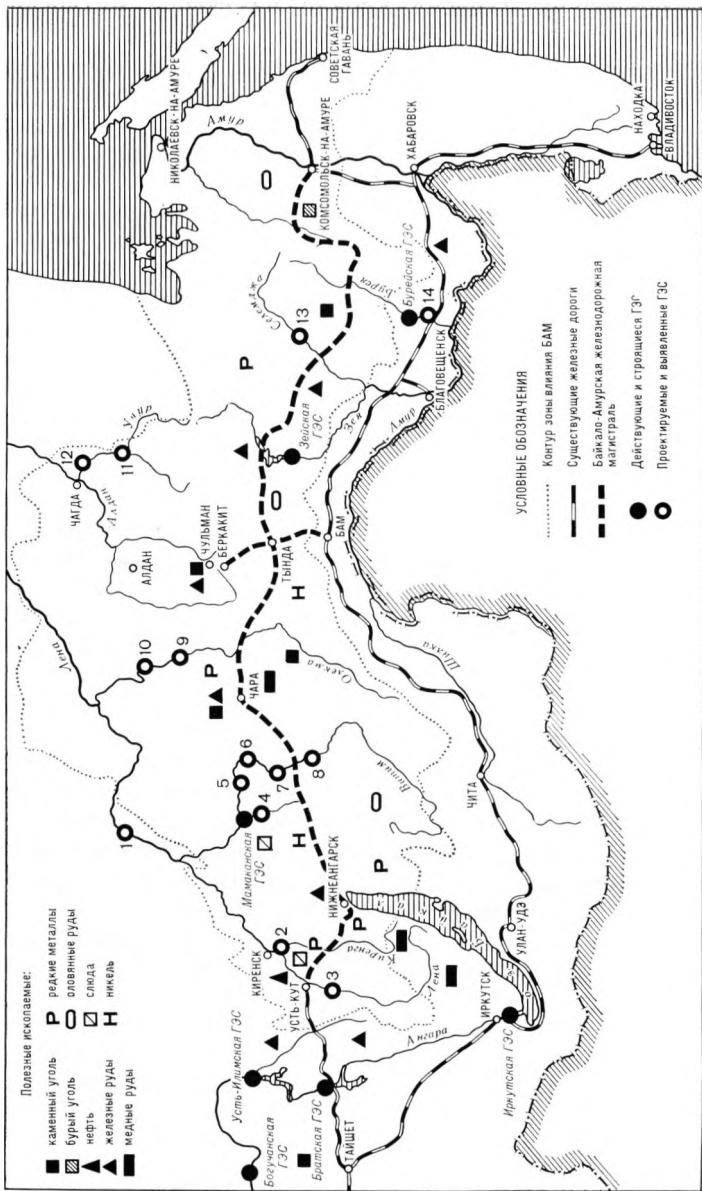


Рис. 2. Полезные ископаемые в зоне БАМа (наименования гидроэлектростанций 1 — 14 указаны на рис. 1).

ной, металлургической, лесной) в зоне БАМа будет создан комплекс обслуживающих и вспомогательных отраслей — ремонтно-механического машиностроения, промышленности строительных материалов, строительных баз, отраслей агропищевого комплекса.

В настоящее время достаточно четко определены контуры восьми будущих территориально-производственных образований: территориально-производственных комплексов (ТПК) и промышленных узлов (ПУ), которые будут специализироваться на различных отраслях промышленности (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Промышленное образование	Наименование	Производственный профиль ¹
ТПК	Верхне-Ленский	Лесная, лесоперерабатывающая, целлюлозная промышленность
ТПК	Северо-Байкальский	Горнорудная промышленность, цветная металлургия
ПУ	Удоканский	Цветная металлургия
ТПК	Южно-Якутский	Добыча угля, железной руды, слюды (черная металлургия)
ТПК	Зейско-Свободненский	Лесная, лесоперерабатывающая, целлюлозная промышленность, машиностроение (черная металлургия)
ПУ	Ургальский	Добыча угля, лесная, лесоперерабатывающая промышленность
ТПК	Комсомольский	Цветная, черная металлургия, лесная, лесоперерабатывающая, целлюлозная, нефтехимическая промышленность, машиностроение

¹ В скобках указаны варианты развития.

Значительная часть продукции, производимой территориально-производственными комплексами, предназначена для вывоза в другие районы страны и экспортных поставок. Для этих целей будет направляться более 70% всего добываемого угля, около 40% заготавливаемой древесины, 25% пиломатериалов, весь объем производства медного концентрата, олова, асбеста, технологической щепы, 95% азотных удобрений.

Указанным ТПК и ПУ будут в основном соответствовать энергопромышленные районы. В результате формирования комплексов и освоения промышленных ресур-

сов намечается значительный рост электропотребления. Предполагается, что в целом по зоне БАМа электропотребление возрастет в ближайшие 10 лет в 4—6 раз, а в последующее десятилетие в 8—12 раз по сравнению с существующим.

4. Топливо-энергетические ресурсы

Топливо. В Забайкалье в пределах Бурятской АССР и Читинской области известно свыше 80 угленосных площадей, месторождений и углепроявлений. В целом по Забайкалью кондиционные запасы угля составляют около 16,5 млрд. т, в том числе 6,0 млрд. т по категориям А + В + С₁. Однако следует подчеркнуть, что основные перспективные для развития месторождения Забайкалья (Гусиноозерское, Харанорское и др.) удалены от трассы магистрали и намечаемых промышленных центров зоны БАМа более чем на 800—1000 км.

Центральная часть Байкало-Амурской магистрали открывает возможность вовлечения в эксплуатацию крупнейшего Южно-Якутского каменноугольного бассейна. Общие кондиционные запасы по бассейну составляют около 30 млрд. т, в том числе 2,7 млрд. т по категориям А + В + С₁. Около 90% запасов бассейна представлены коксующимися углями: доля энергетических углей составляет около 6%. Основные выявленные запасы энергетических углей (140 млн. т) сосредоточены на Нерюнгринском месторождении, промышленное освоение которого уже началось.

Наиболее освоены в настоящее время угольные месторождения восточной части зоны БАМа. Кондиционные запасы углей в Амурской области (Амуро-Зейская и другие угленосные площади), и Хабаровском крае (Буреинский бассейн) составляют 77 млрд. т, в том числе 2,9 млрд. т по категориям А + В + С₁.

Перспективны буроголовые месторождения в Амурской области: Свободненское (1,7 млрд. т) и Тыгдинское, отличающиеся лучшими гидрогеологическими условиями. Запасы эксплуатируемых Райчихинского и Ургальского месторождений ограничены.

В целом можно сделать вывод, что по современным представлениям в качестве топливной базы промышленных центров, намечаемых в зоне БАМа, могут служить энергетические угли Южно-Якутского бассейна, а также

упомянутые выше бурогольные месторождения в Амурской области.

Разведанность рассматриваемой территории на нефть и газ в настоящее время недостаточна. В Иркутской области и Якутской АССР перспективы развития добычи нефти и газа связываются с ресурсами Ленско-Ботуобского свода. Несмотря на обнадеживающие прогнозы, промышленные запасы нефти на рассматриваемой территории пока не выявлены, промышленные запасы газа относительно невелики. Вследствие сложных природно-климатических условий и малой обжитости территории освоение месторождений газа (в основном в Якутской АССР) связано со значительными капиталовложениями. Перспективные нефтегазоносные районы в восточной части зоны БАМа (Зейско-Удский, Зейско-Буреинский и другие бассейны) изучены слабо.

Таким образом, зона влияния БАМа не обеспечена пока балансовыми запасами нефти и газа в масштабах, позволяющих рассматривать эти виды топлива в качестве ресурсов для развития крупной энергетической базы.

Гидроэнергетические ресурсы. В зоне БАМа протекают 14 крупных рек, каждая из которых обладает валовым потенциалом гидроэнергетических ресурсов свыше 5 млрд. кВт-ч в год¹.

Двенадцать крупных рек размещаются в зоне на всем своем протяжении, две (Лена и Алдан) захватываются лишь в верхнем и среднем течении. За исключением р. Амгуни, на которой гидроэнергетическое строительство исключается в связи с особым значением этого водотока для воспроизводства рыбных ресурсов Дальнего Востока, все эти реки могут быть использованы для целей гидроэнергетики.

Кроме того, в зоне влияния БАМа протекают 50 средних рек с потенциальной энергией 1,0—5,0 млрд. кВт-ч в год каждая.

Энергетические ресурсы рек на территории, относящейся к зоне влияния БАМа, изучались с различной степенью подробности еще с дореволюционного периода.

Практическая необходимость в гидроэнергии возникла в первую очередь в одном из старейших золотодобывающих районов—на Ленских золотых приисках. Здесь

¹ Без учета р. Амура.

в 1896—1898 гг. были построены гидроэлектростанции на реках Бодайбинке и Ныгри, относящиеся к первым гидроэлектростанциям России.

Однако систематическое изучение ресурсов и возможностей их использования началось лишь после Октябрьской революции в 30-е годы.

Тогда были составлены технико-экономический доклад по использованию гидроэнергоресурсов для энергообеспечения Бодайбинского золотопромышленного района (1933—1934 гг.), соображения по строительству гидроэлектростанций на Верхнем Алдане (1933—1935 гг.), проектные соображения по гидроэлектростанциям на р. Горюн для энергообеспечения г. Комсомольск-на-Амуре. Эти работы были продолжены в послевоенный период и ведутся в настоящее время.

Были разработаны в 1960—1963 гг. «Сокращенная схема использования водных ресурсов р. Лены», в 1972—1974 гг. «Схема использования водных ресурсов Верхней Лены», в 1960—1964 гг. «Схема комплексного использования водных ресурсов р. Витима», в 1960—1961 гг. обзорная записка «Водные ресурсы р. Олекмы и возможности их использования», в 1963—1964 гг. «Схема комплексного использования водных ресурсов р. Алдана», в 1951—1959 гг. схемы использования водных ресурсов рек Зеи, Селемджи, Бурей, в 1962 г. проектные соображения по использованию ресурсов рек Амгунь и Горюн.

Указанные работы, посвященные освоению энергетических ресурсов отдельных речных бассейнов, легли в основу выполненной институтом «Гидропроект» в 1975 г. обзорной работы по выявлению первоочередных гидроэлектростанций в зоне влияния БАМа. При этом были обновлены результаты предыдущих исследований, выполнен ряд дополнительных проработок.

В настоящее время разрабатываются технико-экономические обоснования перспективных объектов в бассейне Витима, заканчивается проектирование и начаты подготовительные работы к строительству Бурейской ГЭС, проектируются Нижне-Бурейские гидроэлектростанции. Мамаканская и Зейская ГЭС уже действуют.

Как показывает проектирование гидроэлектростанций на средних реках рассматриваемой территории (Гилуй, Инман) и подтверждает опыт строительства и эксплуатации Мамаканской ГЭС, энергетические ресурсы

рек такого Масштаба могут быть с успехом использованы для решения локальных задач электроснабжения.

Из табл. 4 следует, что гидроэнергетический потенциал крупных, и средних рек зоны БАМа весьма значителен. Общий валовый потенциал составляет свыше 340 млрд. кВт·ч, что превышает 10% общесоюзного потенциала (3338 млрд. кВт·ч).

Таблица 4

Наименование реки	Гидроэнергетический потенциал, млрд.кВт·ч в год		
	валовой	технический	крупнопромышленный
А. Крупные реки			
Лена (от истока до г. Ленска)	32,0	26,0	23,0
Киренга	6,8	4,7	3,7
Витим	36,7	21,5	21,5
Ципа	9,9	4,2	—
Олекма	25,8	12,8	9,0
Чара	11,0	5,0*	—
Алдан (от истока до устья р. Учур)	14,2	11,7	11,7
Тимптон	9,5	7,3	—
Учур	21,0	20,6	20,6
Гонам	10,1	6,0*	4,0*
Зея	17,3	12,9	5,0
Селемджа	12,0	8,5	—
Бурея	14,6	14,0	8,7
Амгунь	8,8	—	—
Б. Средние реки			
Мамакан	2,5	1,5	—
Гилуй	3,9	1,9	—
Ниман	4,2	2,9	—
Прочие средние реки	101,6	50,0*	—
Всего:	341,9	211,5	107,2

* По ориентировочной оценке.

На рис. 3 приведено сопоставление потенциальных энергетических ресурсов крупных рек зоны БАМа.

Из табл. 4 следует, что удельная плотность гидроэнергоресурсов на 1 км² территории по зоне влияния БАМа существенно выше, чем в целом по стране (340 против 150 тыс. кВт·ч в год).

Примерно одна треть ресурсов (свыше 107 млрд. кВт·ч в год) может быть реализована на крупных гидроэлектростанциях мощностью 500 тыс. кВт и более, обладающих сезонным или многолетним регулированием стока.

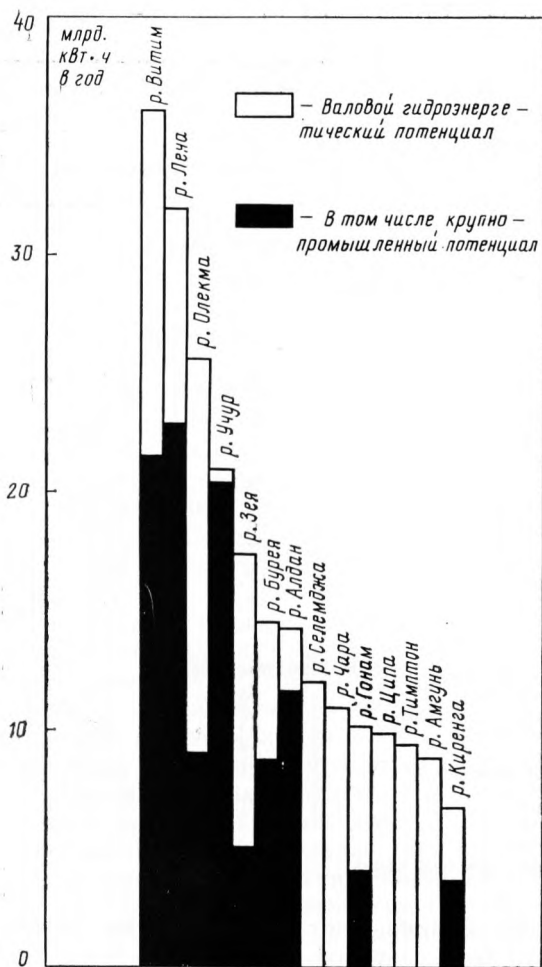


Рис. 3. Сопоставление потенциальных гидроэнергетических ресурсов крупных рек в пределах зоны БАМа.

Основная часть гидроэнергетических ресурсов рассматриваемой зоны относится к рекам, протекающим в достаточной близости от трассы БАМа и намечаемых территориально-производственных комплексов и промышленных узлов.

Створы гидроузлов на Лене, Киренге, Бурея уже в настоящее время достаточно доступны в транспортном отношении. Гидроузлы на Витиме приобретут транспортную доступность в ближайшие годы с завершением строительства БАМа.

При этом крупнопромышленные ресурсы довольно равномерно распределены вдоль трассы: около 25 млрд. кВт-ч в год на западном участке (Витим и Киренга), около 20 млрд. кВт-ч в год на центральном участке (Олекма и Алдан), примерно столько же на восточном участке БАМа (Зея и Бурея).

Возможность освоения ресурсов в объеме около 50 млрд. кВт-ч в год следует отнести к более отдаленным срокам. Это относится к крупнопромышленным ресурсам р. Лены (23 млрд. кВт-ч в год), которые могут быть наиболее эффективно сосредоточены лишь в окраинной части зоны влияния БАМа. Строительство Ленской ГЭС связано также со значительным воздействием на окружающую среду, поскольку требуется создать водохранилище площадью около 250 тыс. га, выполнить лесосводку в объеме 17 млн. м³. Эффективные гидроэнергетические ресурсы Учур и его притоков (около 25 млрд. кВт-ч в год) пока труднодоступны и расположены далеко от возможных потребителей электроэнергии.

Возможности энергоснабжения потребителей в зоне БАМа. Как указывалось выше, промышленные запасы нефте-газового топлива на территории зоны Байкало-Амурской магистрали пока не установлены. В случае подтверждения газоносности разведываемых в настоящее время месторождений на крайнем западе зоны наиболее целесообразно использовать добываемый газ для нужд сложившейся промышленности и населения Иркутско-Черемховского ТПК, испытывающих повышенную потребность в квалифицированных топливных ресурсах. Возможности широкого внедрения в баланс газа месторождений сопредельных районов Якутской АССР также ограничены из-за рассредоточенности размещения производственных сил в зоне БАМа, высоких затрат на по-

Дачу газа и значительно более высокой эффективности при использовании газа в более сложных по структуре хозяйствах южных районов Дальнего Востока.

Высокие затраты на нефтяное топливо в сочетании с ограниченностью этого ресурса будут также сдерживать потребление жидкого топлива. В будущем возможно строительство в зоне БАМа относительно небольшого нефтеперерабатывающего завода, рассчитанного на удовлетворение местных потребителей.

В качестве основного источника покрытия потребностей промышленности, транспорта и коммунального хозяйства в тепле и частично в электроэнергии будут служить местные угли. Главную роль при этом сыграют энергетические угли Алдано-Чульманского угленосного района, а также угли месторождений в Амурской области. По приведенным затратам на тонну условного топлива эти угли уступают углям Канско-Ачинского бассейна, расположенного в Красноярском крае, однако следует учесть, что вопросы дальней транспортировки бурых канско-ачинских углей пока еще не решены. В то же время энергетические угли Южно-Якутских месторождений могут быть получены как вскрыша при разработке коксующегося угля.

С учетом изложенного выше электроснабжение крупных промышленных потребителей в западной части зоны Байкало-Амурской магистрали может быть организовано от Восточно-Сибирской энергетической системы, ТЭЦ (необходимых по условиям получения технологического тепла) и от относительно недорогой Шороховской ГЭС на р. Киренге. Крупные потребители в центральной части зоны могут получить энергию от каскада гидроэлектростанций на Витиме, Нерюнгринской ГРЭС в Южной Якутии, Олекминской ГЭС и в более далекой перспективе от каскада гидроэлектростанций на Учуре. Наряду с этим целесообразно развивать в промышленных центрах строительство теплоэлектроцентралей (на южно-якутском угле), мощность которых устанавливается по тепловой нагрузке.

Для решения локальной задачи электроснабжения Мамско-Бодайбинского района может быть построена Тельмамская ГЭС на притоке Витима—Мамакане. Наиболее четко определены направление развития энерго-снабжения потребителей восточной части зоны БАМа, где наряду со строительством ГРЭС и ТЭЦ на местных

углях последовательно осваиваются крупномасштабные гидроэнергетические ресурсы. Вслед за Зейской ГЭС здесь сооружается крупная Бурейская ГЭС. Далее выявлена возможность строительства Нижне-Бурейской ГЭС в составе контррегулирующего гидроузла. Интенсивному освоению гидроэнергетических ресурсов рек Зеи и Бурей способствует комплексное народнохозяйственное значение создаваемых гидроузлов, которые защищают от часто повторяющихся наводнений ряд населенных пунктов и позволяют включить в регулярное сельскохозяйственное использование около 70 тыс. га пашни и более 130 тыс. га сенокосных и пастбищных угодий.

При экономическом сопоставлении для выбора источников электроснабжения потребителей в зоне БАМа чрезвычайно важным фактором является правильная оценка дополнительных затрат на привлечение рабочей силы на энергетические объекты районов нового освоения. Как показывают статистические данные, при эксплуатации тепловых электростанций удельные трудовые затраты на 1 кВт установленной мощности примерно в 4—5 раз выше, чем при эксплуатации гидроэлектростанций¹ (имеются в виду крупные гидроэлектростанции, которые строятся и проектируются в зоне БАМа). С учетом трудозатрат на добычу топлива это соотношение возрастает до 8—9. Вместе с тем в силу суровых природных условий в зоне Байкало-Амурской магистрали, дискомфорта или гиподискомфорта (т. е. пониженной пригодности к заселению) большинства районов, входящих в эту зону, для привлечения рабочей силы на эксплуатацию энергетических объектов для обустройства городов и поселков, создания социальной инфраструктуры требуются значительные материальные затраты. По «Временным указаниям по определению экономической эффективности капитальных вложений при проектировании гидроэнергетических объектов» (одобрены коллегией Минэнерго СССР 30.10.78) в зоне БАМа эти затраты на одного человека составят 16 тыс. руб. по капиталовложениям и 1,9 тыс. руб. по ежегодным издержкам. Выполненные на этой основе расчеты показывают, что для обслуживания в зоне БАМа тепловой электростанции мощностью 1 млн. кВт и ее топливной базы (с учетом так называемого «коэффициента семейности» и

¹ Электроэнергетика и энергетическое строительство в СССР. Статистический обзор.—М.: Информэнерго, 1977.

«градообразующего фактора») потребуется дополнительно израсходовать примерно 20 млн. руб. капитальных затрат и 2,5 млн. руб. ежегодных издержек.

Таким образом, налицо дополнительный экономический стимул для развития гидроэнергетики в зоне Байкало-Амурской магистрали.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ДЕЙСТВУЮЩИЕ И СТРОЯЩИЕСЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В ЗОНЕ влияния БАЙКАЛО-АМУРСКОЙ МАГИСТРАЛИ

Опыт проектирования, строительства и эксплуатации гидроэлектростанций в зоне БАМа имеет большое значение для дальнейшего развития гидроэнергетики в этом регионе.

Тщательное изучение этого опыта позволяет принять наиболее рациональные проектные решения, правильно оценить стоимостные показатели новых объектов, наилучшим образом организовать строительство и эксплуатацию.

Приведенные в настоящей главе данные относятся главным образом к компоновочным и конструктивным решениям основных сооружений гидроузлов, которые были запроектированы Ленинградским отделением института «Гидропроект».

5. Мамаканская ГЭС

Мамаканская ГЭС является пионерной в зоне влияния Байкало-Амурской магистрали. Строительство ее было начато в 1956 г. и уже в 1961—1962 гг. Мамаканская ГЭС была введена в эксплуатацию на полную мощность. Это первая в СССР крупная гидроэлектростанция, построенная в условиях многолетней мерзлоты в районе, где амплитуда колебаний температуры достигает 97°C, а среднемноголетняя температура воздуха составляет —5,8°C.

Река Мамакан горного типа с дождевым и снеговым питанием. Среднегодовой расход воды в створе гидроэлектростанции 186 м³/с, максимальные расходы обес-

печенностью 0,5% достигают 4900 м³/с. Основной объем стока реки проходит за летне-осенний период.

В естественных условиях р. Мамакан отличалась тяжелым ледовым режимом. Установление ледового покрова сопровождалось обычно зажорными явлениями со значительным подъемом уровня воды, а весенние ледоходы—заторами высотой 7—8 м; толщина ледяного покрова достигала 2—3 м.

Гидроузел построен в благоприятном по топографическому и геологическому строению створе непосредственно выше устья р. Мамакана.

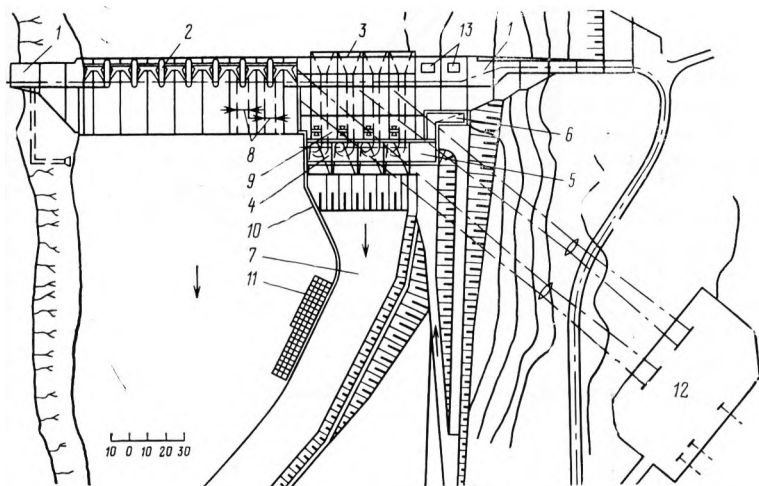


Рис. 4. План сооружений Мамаканской ГЭС.

1 — глухие плотины; 2— водосливная плотина; 3—станционная плотина; 4 — здание гидроэлектростанции; 5 — монтажная площадка; 6 — служебный корпус; 7 — отводящий канал; 8 — строительные отверстия; 9 — трансформаторная площадка; 10 — бетонные раздельные стенки; 11 — ряжевые раздельные стенки; 12 — открытое распределительное устройство; 13 — затворохранилище.

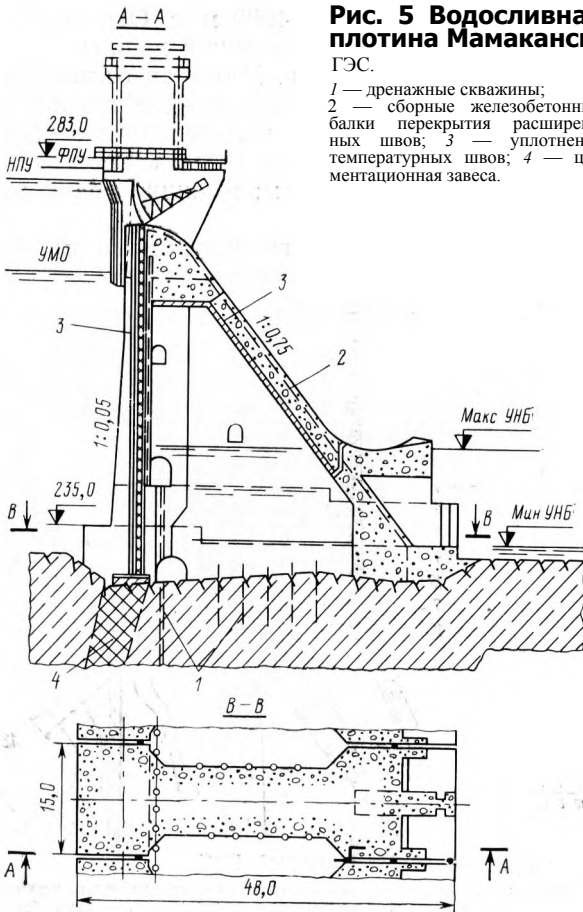
Основанием сооружений гидроузла служат биотитомусковитовые сланцы с прослоями кристаллических известняков. Временное сопротивление пород сжатию составляет в сухом состоянии в среднем 1080 кгс/см², а в водонасыщенном 750 кгс/см².

В проекте Мамаканской ГЭС были рассмотрены варианты компоновки гидроузла как с плотинами из грунтовых материалов, так и с бетонными и железобетонными плотинами. Анализ вариантов показал, что наиболее

Рис. 5 Водосливная плотина Мамаканской ГЭС.

ГЭС.

1 — дренажные скважины;
2 — сборные железобетонные балки перекрытия расширенных швов; 3 — уплотнение температурных швов; 4 — цементационная завеса.



надежной в эксплуатации, простой в строительстве и экономичной является в данном случае компоновка с бетонной плотиной. Это объясняется тем, что при значительных сбросных расходах и относительно коротком напорном фронте практически все бетонное сооружение используется одновременно для нескольких задач: образования подпора, сброса максимальных расходов и подвода воды к агрегатам гидроэлектростанции.

В результате сравнения вариантов конструкции была выбрана гравитационная плотина с расширенными шва-

ми, что обеспечивало экономию бетона и улучшало температурный режим сооружения, так как позволяло осуществить обогрев полостей швов, исключить переменное замораживание и оттаивание внешних слоев бетона, резко снизить раскрытие швов на нижней грани, т. е. улучшить статическую работу сооружения. Наличие расширенных швов позволило отказаться от искусственного охлаждения бетонной кладки и благоприятно сказалось на фильтрационном противодействии на подошву плотины.

Проведенное в 1978 г. обследование сооружений Мамаканской ГЭС показало вполне удовлетворительное качество бетона и соответствие статической работы плотины проектным положениям.

Благодаря выбору экономичного профиля плотина Мамаканской ГЭС отличается более низким удельным расходом бетона на 1 т воспринимаемого гидростатического давления, чем другие гравитационные плотины. По сравнению с массивной плотиной экономия бетона составила свыше 20%.

В состав сооружений гидроузла входят водосливной, станционный и два береговых глухих участка плотины, здание гидроэлектростанции, не воспринимающее напор, и открытое распределительное устройство (рис. 4).

Общая длина плотины по гребню 345 м, наибольшая высота 57 м. Плотина разделена на 23 секции. Водосливные отверстия пролетом по 12 м перекрываются сегментными затворами с напором 6 м (рис. 5).

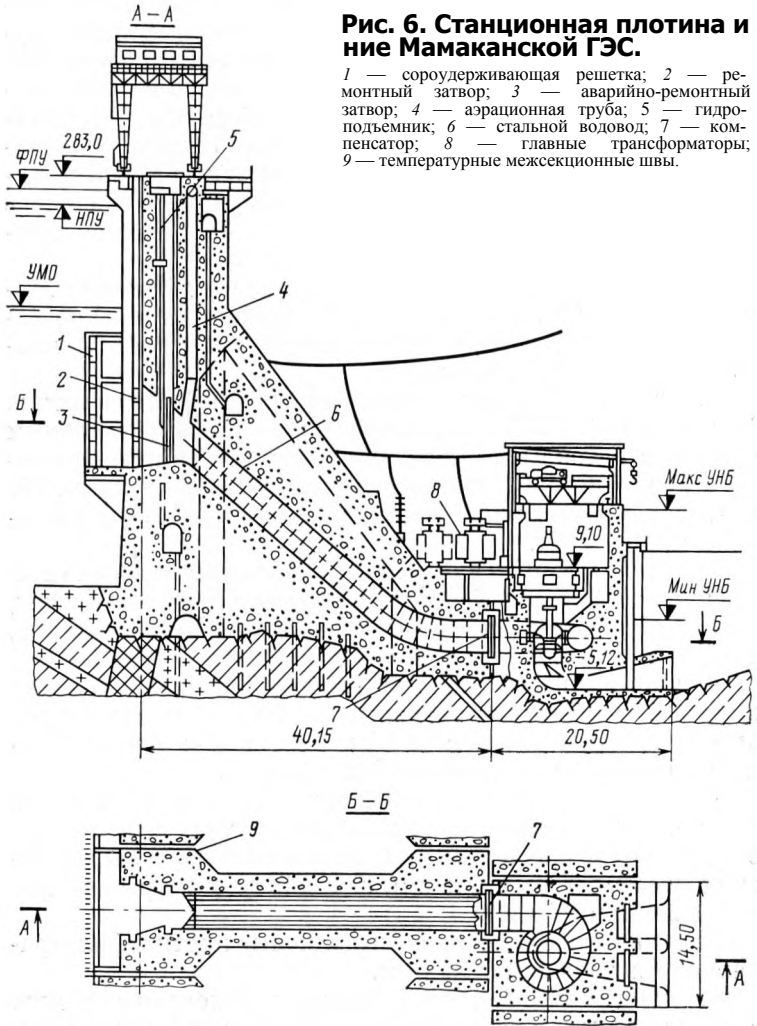
Станционная часть сооружения состоит из четырех секций. Металлические трубопроводы упруго заделаны в тело контрфорсов плотины. Ремонтные затворы обслуживаются мостовым краном, аварийные затворы—гидроподъемниками (рис. 6).

В основании плотины выполнены противофильтрационная и дренажная завесы.

В здании гидроэлектростанции установлены четыре гидроагрегата с поворотными лопастными турбинами мощностью 21,5 МВт. Выработка энергии на Мамаканской ГЭС составляет 356 млн. кВт·ч. В связи с ограниченной полезной емкостью водохранилища (0,1 км³) выработка энергии Мамаканской ГЭС носит преимущественно сезонный характер.

Объемы работ по основным сооружениям гидроузла составили: земельно-скальные работы (выемка)

Рис. 6. Станционная плотина и здание Мамаканской ГЭС.



290 тыс. м³, укладка бетона и железобетона 246 тыс. м³.

Снабжение строительства привозными материалами осуществлялось только в летний навигационный период по железной дороге до ст. Усть-Кут (порт Осетрово) и далее речным транспортом по рекам Лене и Витиму до причалов строительства. Общая протяженность водного пути 1026 км.

6. Зейская ГЭС

Заканчиваемая строительством Зейская гидроэлектростанция—первенец гидроэнергетики на Дальнем Востоке. Она имеет большое народнохозяйственное значение не только для электроснабжения потребителей этого быстро развивающегося края, но и для защиты сельскохозяйственных земель и населенных пунктов от часто повторяющихся наводнений, обеспечения возможности вовлечения в хозяйственный оборот новых территорий.

Зейская ГЭС располагается в створе так называемых «Зейских Ворот» выше г. Зея.

В состав основных сооружений гидроузла входят массивно-контрфорсная плотина, состоящая из водосливной, станционной и глухих береговых частей, приплотинное здание гидроэлектростанции, открытое распределительное устройство и перевалочный порт.

В процессе разработки проекта было рассмотрено несколько вариантов основного подпорного сооружения: из грунтовых материалов (гравийно-галечная плотина с суглинистым ядром, намывная плотина с каменной упорной призмой) и из бетона (гравитационная, массивно-контрфорсная и многоарочная конструкции). Возможность сооружения бетонной плотины арочного типа не рассматривалась в связи с неблагоприятными геометрическими показателями створа (соотношение высоты к пролету плотины составляет примерно 1:7) и значительной степенью выветрелости коренных пород (диоритов), слагающих берега и дно долины.

В результате сопоставления был принят вариант бетонной массивно-контрфорсией плотины. Сооружение грунтовой плотины потребовало бы устройства четырех туннелей сечением в свету 17X17 м для пропуска строительных расходов воды, достигающих 14 600 м³/с, крупногабаритного подземного здания гидростанции. Общий объем подземной выломки составил бы при этом около 2 млн. м³, причем основную часть этих работ пришлось бы выполнить до начала возведения подпорного сооружения.

Возведение бетонной плотины в относительно широком створе при малой толщине аллювиальных отложений в русле (до 2 м) и возможности пропуска строительных расходов воды через временные отверстия в теле сооружения оказалось значительно проще в строительном отношении. Выполнение открытых бетонных работ

в суровых зимних условиях успешно освоено при возведении Ангаро-Енисейских, Мамаканской и других гидроэлектростанций Сибири.

Принятая в проекте и осуществленная массивно-контрфорсная конструкция плотины является дальнейшим развитием конструкции плотины Мамаканской ГЭС. Она обеспечивает благоприятную статическую работу сооружения путем создания требуемого температурного режима как в период строительства, так и во время эксплуатации. Наличие наклонной напорной грани повышает устойчивость сооружения, улучшает напряженное состояние основания.

Вместе с тем принятое конструктивное решение в определенной степени усложняет производство бетонных работ по сравнению с вариантом массивного сооружения. Значительно увеличивается количество опалубливаемых поверхностей, наличие объемных межстолбчатых швов и полостей между контрфорсами вызывает необходимость выполнения трудоемких операций по их очистке от строительного мусора и т. д.

Общая длина по гребню плотины Зейской ГЭС составляет 709 м, максимальная высота 115 м. По длине плотина разделена температурными швами на 44 секции; верховая грань сооружения имеет уклон 1:0,15, низовая 1:0,8. Длина типовой секции 15 м, из которых 7 м занимает контрфорс и 8 м полость.

Контрфорсы заканчиваются с верховой стороны массивными оголовками. С низовой стороны полости между ними перекрыты плитами толщиной 3,0 и 3,5 м.

Для обеспечения трещиностойкости и монолитности сооружения в строительный и эксплуатационный периоды было предусмотрено:

омоноличивание столбов контрфорсов с помощью объемных межстолбчатых швов шириной 1,5 м при температуре бетона не выше 3°C;

устройство утепленных горизонтальных перекрытий между контрфорсами;

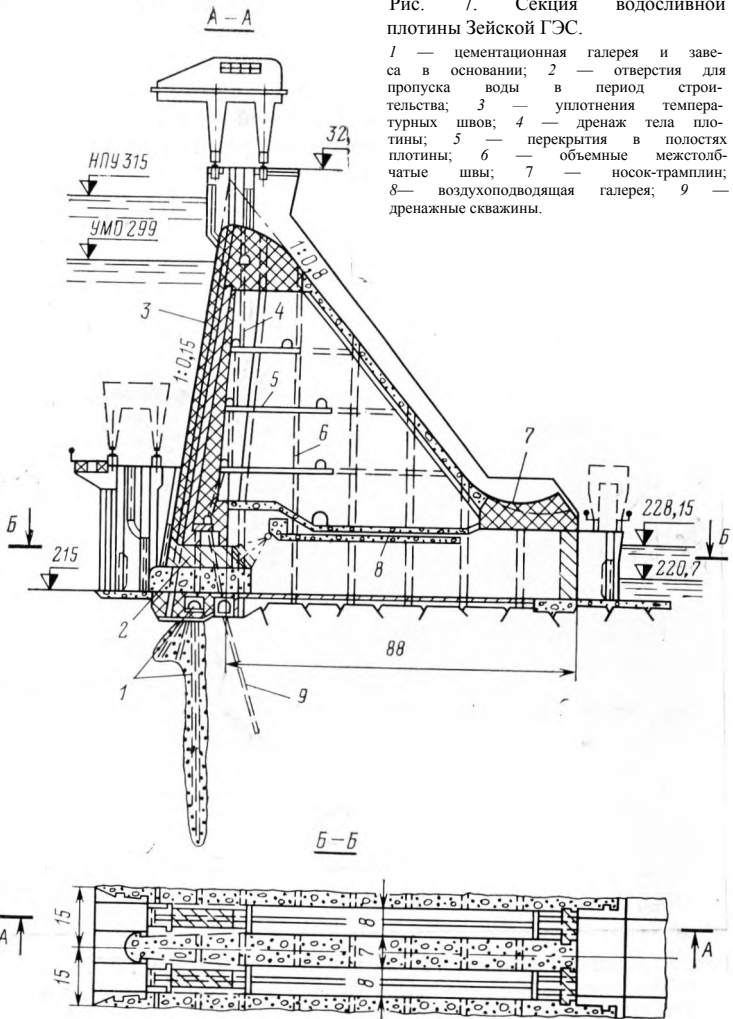
применение сборной железобетонной опалубки с утеплителем из фенольно-резольного полистирола.

Принципиальные конструктивные решения по отдельным элементам сооружения видны на рис. 7, 8.

Водосливная часть плотины (рис. 7) имеет восемь отверстий пролетом по 12 м, рассчитанных на пропуск максимального расхода обеспеченностью 0,01 %, равно-

Рис. 7. Секция водосливной плотины Зейской ГЭС.

1 — цементационная галерея и завеса в основании; 2 — отверстия для пропуска воды в период строительства; 3 — уплотнения температурных швов; 4 — дренаж тела плотины; 5 — перекрытия в полостях плотины; 6 — объемные межстолбчатые швы; 7 — носок-трамплин; 8 — воздухоподводящая галерея; 9 — дренажные скважины.



го $8400 \text{ м}^3/\text{с}$ (с учетом трансформации паводка в водохранилище и пропуска через агрегаты гидроэлектростанции около $2000 \text{ м}^3/\text{с}$). Высокая регулирующая и трансформирующая способность водохранилища Зейского гидроузла характеризуется отношением его полезной емкости к стоку реки, равным 1,55. Сопряжение сбрасы-

ваемого потока с нижним бьефом принято путем отброса струи двухъярусным носком-трамплином.

Временные глубинные отверстия между контрфорсами были рассчитаны на использование их в две очереди. Отверстия первой очереди сечением 8X11,5 м оборудованы плоскими затворами, второй очереди сечением 5x5 м затворами сегментного типа.

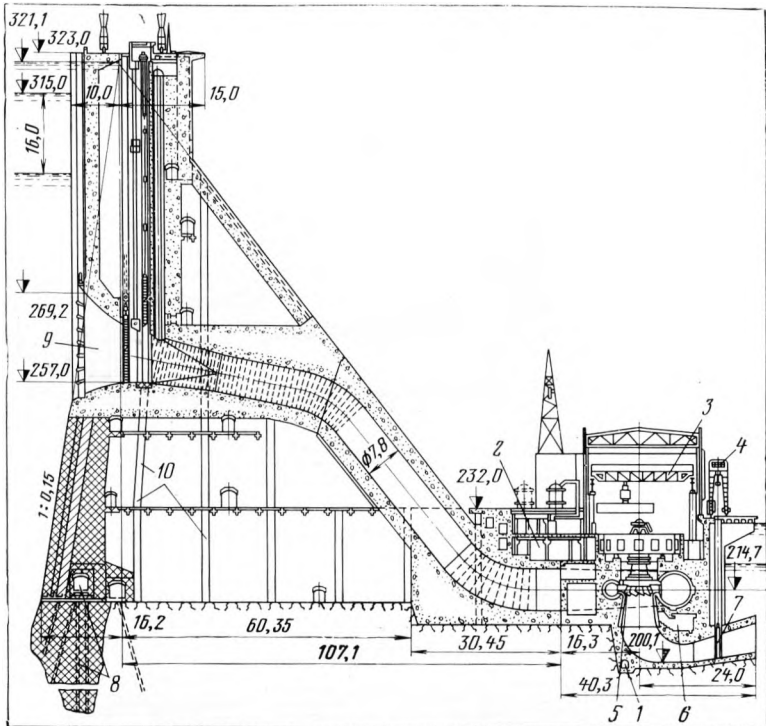


Рис. 8. Секция станционной части плотины Зейской ГЭС.

1 — галерея опорожнения спиральных камер и отсасывающих труб; 2 — помещение электротехнических устройств; 3 — два мостовых крана грузоподъемностью 360/80/10 т; 4 — кран козловой грузоподъемностью 40 т; 5 — диагональная турбина; 6 — галерея дренажных насосов, гидроприводов, спускных клапанов и герметических лазов в отсасывающие трубы; 7 — ремонтный затвор отсасывающих труб; 8 — цементационная галерея и завеса в основании; 9 — водоприемник ГЭС; 10 — объемные межстолбчатые швы.

Станционная часть плотины (рис. 8) состоит из 6 секций по 24 м. Водоприемник каждого агрегата располагается на двух контрфорсах толщиной 5 м, которые со стороны верхнего бьефа переходят в оголовки шириной

12 м. От подошвы До плиты водоприемника. Оголовки контрфорсов разделены температурными швами, выше они попарно связаны в единую конструкцию. Вдоль низовой грани парные контрфорсы также связаны массивным железобетонным блоком, в котором расположены водоводы гидроэлектростанции.

Здание гидроэлектростанции (рис. 9) приплотинного типа состоит из шести агрегатных блоков по 24 м и блока монтажной площадки. В нем установлено 6 агрегатов с турбинами диагонального типа мощностью по 22 МВт с рабочими колесами диаметром 6 м.

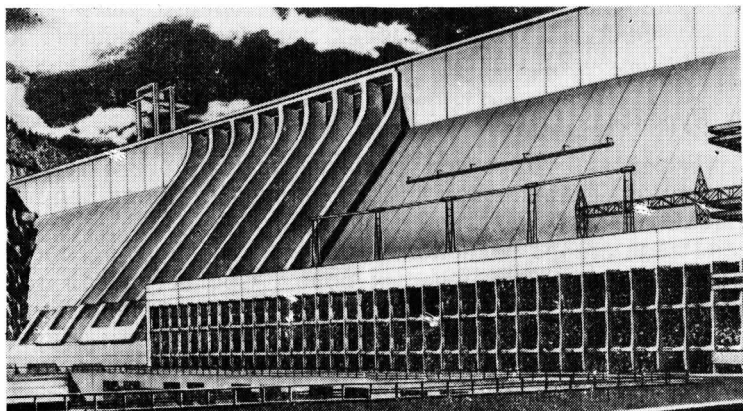


Рис. 9. Зейская ГЭС. Архитектурное решение.

Этот тип турбин позволил начать временную эксплуатацию гидроэлектростанции при напоре всего в 40 м, что приблизило ее пуск примерно на один год по сравнению с вариантом установки турбин радиально-осевого типа, так как заполнение водохранилища полным объемом $68,4 \text{ км}^3$ (почти 3 годовых стока) потребовало длительного времени.

Для строительства основных сооружений Зейской ГЭС потребовалось выполнить около 6 млн. м^3 земельно-скальных работ (в том числе 2 млн. м^3 скальных выемок), уложить 2,4 млн. м^3 бетона и железобетона.

Значительные объемы работ были выполнены при организации зоны водохранилища; было переселено около

4,5 тыс. человек, сведено около 3,7 млн. м³ строевого леса.

Зейское водохранилище затрагивает сельскохозяйственные земли в незначительной степени: оно затопливает 3,9 тыс. га угодий, в том числе 1,3 тыс. га пашни, которая компенсируется за счет освоения новых территорий. Вместе с тем, как указывалось выше, строительство Зейской ГЭС позволяет защитить от часто повторяющихся затоплений значительные площади сельскохозяйственных земель и дополнительно вовлечь в использование плодородные угодья в поймах Зеи и Амура, что даст средний ежегодный доход около 9,4 млн. руб. Одновременно достигается снижение ежегодного ущерба от наводнений в других отраслях народного хозяйства на сумму около 2,3 млн. руб.

7. Бурейская ГЭС

Бурейский гидроузел строится на р. Бурее в так называемом Талаканском створе, вблизи станции Завитая Забайкальской железной дороги.

Район створа расположен в зоне островного распространения многолетнемерзлых пород. Среднегодовая температура воздуха $-3,8^{\circ}\text{C}$, амплитуда колебаний температур достигает 99°C . Гидрологический режим Бурей, как и других водотоков в зоне БАМа, отличается крайней внутrigодовой неравномерностью. Годовой сток реки составляет 27,6 км³, максимальный расход вероятностью превышения 0,01%—33 100 м³/с, 1% —16000 м³/с.

Амплитуда колебаний уровней на выбранном створе достигает 16 м.

В районе размещения основных сооружений гидроузла распространены прочные малопроницаемые граниты с отдельными тектоническими нарушениями. Мощность интенсивного выветривания гранитов достигает 4—5 м. Четвертичные отложения покрывают коренные скальные породы слоем мощностью от 0,5 до 15 м. Район строительства относится к зоне 7-балльной сейсмичности.

Сооружения гидроузла могут быть обеспечены местными строительными материалами из карьеров, расположенных в радиусе до 20 км.

Одной из решающих проблем при разработке Бурейской ГЭС был выбор типа основного подпорного сооружения. Этот вопрос решался на стадии технико-экономи-

ческого обоснования и в последующих доработках на I этапе технического проекта.

Створ плотины выбран на вершине излучины реки в пределах суженного участка долины. Ширина русла реки в межень составляет здесь около 200 м, а ширина долины на отметке подпора (120 м над урезом) около 700 м. Створ имеет почти симметричную форму плавного параболического очертания.

На стадии ТЭО рассматривались три основных варианта плотины: из грунтовых материалов с намывным ядром и каменными упорными призмами; из бетона, в виде массивно-контрфорсной или арочно-гравитационной конструкции.

При этом каменно-земляной вариант по расчетным затратам имел некоторое преимущество перед арочно-гравитационным (на 4%) и перед массивно-контрфорсным (на 13%). При дальнейшем проектировании были приняты во внимание специализация строительного коллектива Зейской ГЭС, которому поручено сооружение Бурейского гидроузла, а также сложности возведения сооружений при варианте с каменно-земляной плотиной. Основная из них состоит в необходимости опережающего выполнения большого объема подземных выработок. Так, на первом этапе строительства потребовалось бы пройти два строительных туннеля сечением в проходке 19х24 м, общей протяженностью 1850 м (850 тыс. м³ туннельной выломки), выполнить подводящие и отводящие каналы с глубиной выемок свыше 100 м. Общий объем подземных выработок достигал в этом варианте 1,2 млн. м³.

Одновременно выявились также определенные сложности, которые имели бы место при возведении арочной плотины в исключительно суровых климатических условиях.

В результате углубленных проработок и с учетом перечисленных факторов в проекте была рекомендована к строительству бетонная плотина гравитационного типа, достаточно хорошо зарекомендовавшая себя по опыту строительства и первых лет эксплуатации Усть-Илимской ГЭС. Технология возведения массивной плотины гравитационного типа существенно проще, чем применявшаяся на строительстве контрфорсной плотины Зейского гидроузла, требования к качеству бетонной кладки и

прочности бетона для массивной плотины соответственно ниже.

В целях упрощения технологии производства бетонных работ, обеспечения возможности применения поточных, высокомеханизированных методов укладки бетонной смеси компоновкой сооружений предусмотрено освободить плотину от совмещения с энергетическими во-

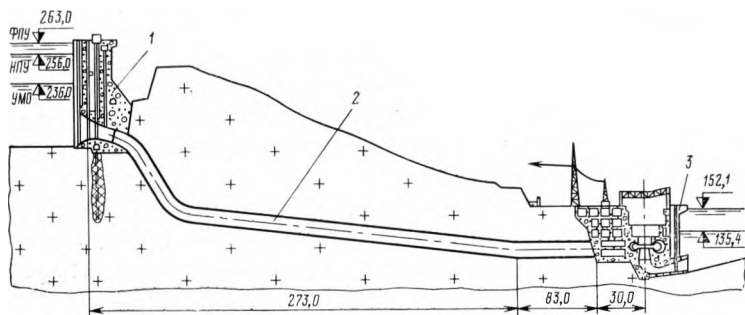


Рис. 10. Разрез по энергетическому тракту Бурейской ГЭС (вариант).

1 — водоприемник, встроенный в береговые секции плотины; 2 — водоводы; 3 — здание ГЭС.

доводами. В этом варианте здание гидроэлектростанции вынесено на правый берег, а подвод воды к турбинам предусмотрен по шести коротким туннелям в скальном береговом массиве. Водоприемник расположен в пределах береговых секций плотины (рис. 10.)

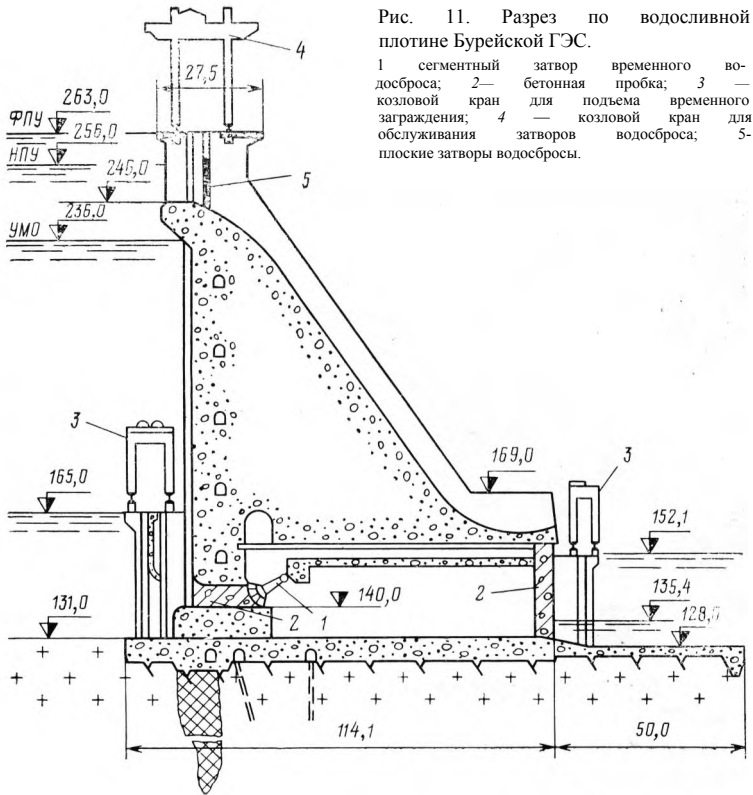
Пропуск строительных расходов воды, достигающих $16\ 000\ \text{м}^3/\text{с}$, будет осуществляться через глубинные отверстия в плотине, сброс максимальных расходов—через поверхностный водосброс. Гашение энергии достигается путем отброса струи с помощью носка-трамплина на нижней грани плотины (рис. 11).

Общий объем бетона по гидроузлу составит $4,0\ \text{млн. м}^3$, из которых $3,6\ \text{млн. м}^3$ приходится на плотину. Объем туннельной выломки составит всего $85\ \text{тыс. м}^3$.

Общий вид сооружений Бурейской ГЭС показан на рис. 12.

Водоохранилище Бурейской ГЭС при подпорной отметке $256\ \text{м}$ и глубине сработки $20\ \text{м}$ будет обладать полезной емкостью $10,7\ \text{км}^3$ (полный объем $20,9\ \text{км}^3$), что составляет около 40% объема годового стока и обеспечивает возможность годичного регулирования. Для борьбы с наводнениями предусматривается дополнитель-

Рис. 11. Разрез по водосливной плотине Бурейской ГЭС.



1 сегментный затвор временного водосброса; 2 — бетонная пробка; 3 — козловой кран для подъема временного загораживания; 4 — козловой кран для обслуживания затворов водосброса; 5 — плоские затворы водосброса.

ная резервная емкость водохранилища, не участвующая в энергетическом регулировании.

Благодаря аккумулярованию паводковых расходов будут защищены от часто повторяющихся наводнений около 15 тыс. га используемых сельскохозяйственных угодий. Будет также обеспечена возможность освоения 20 тыс. га плодородных целинных земель в долинах рек Бурей и Амура.

Площадь зеркала водохранилища составит 800 км². Будет затоплено 3,4 тыс. га сельскохозяйственных земель, подлежит переселению 740 чел. Потери сельскохозяйственной продукции компенсируются за счет сметы на строительство гидроэлектростанции путем освоения новых земель и проведения мелиоративных работ на используемых сельскохозяйственных угодьях.

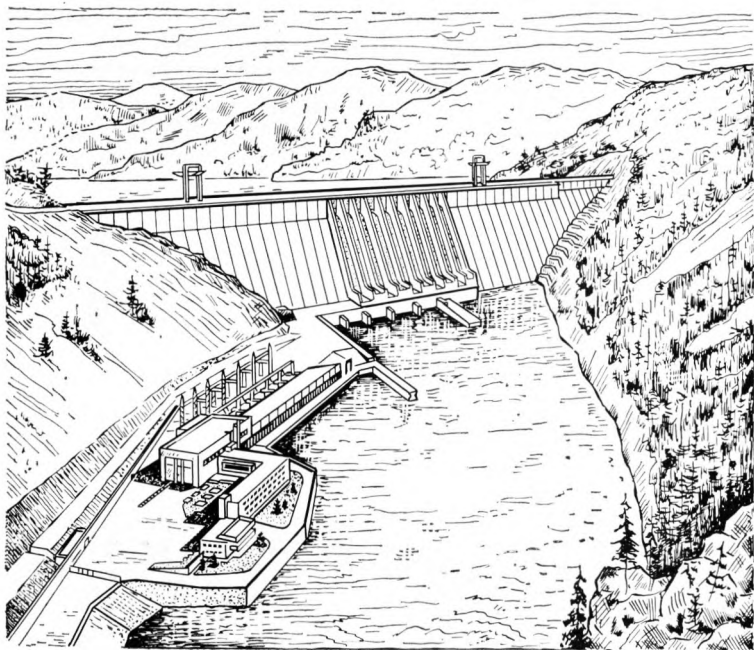


Рис. 12. Бурейский гидроузел (общий вид).

В связи с отдаленностью и труднодоступностью территории ложа будущего водохранилища свodka леса в зоне водохранилища будет весьма дорогостоящим мероприятием. Предусматривается выборочно вырубить древесину хвойных пород в объеме 1,2 млн. м³. Проектом предусмотрена также компенсация ущерба, наносимого рыбному хозяйству за счет долевого участия в строительстве рыбоводного комплекса.

Общие затраты на подготовку зоны водохранилища равны примерно 110 млн. руб. Удельные капиталовложения на строительство Бурейской ГЭС по отрасли «энергетика» составят около 350 руб/кВт и 10 коп. на 1 кВт-ч выработки энергии.

8. Особенности проектирования и строительства гидроузлов в зоне Байкало-Амурской магистрали

Опыт проектирования и строительства гидроузлов в зоне Байкало-Амурской магистрали, а также ряда гидроэлектростанций в прилегающих районах позволил

выявить ряд особенностей освоения гидроэнергетических ресурсов в рассматриваемой зоне.

Характерная для рек этого региона внутригодовая неравномерность стока рек вызывает необходимость обеспечения значительного объема водохранилищ для сезонного регулирования стока. Это обстоятельство усугубляется ожидаемым относительно равномерным графиком потребления электрических нагрузок, покрытие которого не требует значительных кратковременных пи-

Т а б л и ц а 5

Гидроэлектростанция	Полезная емкость водохранилища, км ³	Выработка электроэнергии, млрд.кВт·ч	
		в каскаде	изолированно
Мокская	19,8	6,3	6,3
Каралонская	2,4	5,1	1,4
Амалыкская	1,4	4,2	1,1
Бодайбинская	1,1	5,9	1,8

ковых мощностей. Таким образом, гидроэлектростанции должны обладать достаточно высокой среднесуточной гарантированной мощностью и числом часов использования установленной мощности не менее 4000 в году. Указанное требование относится в первую очередь к гидроэлектростанциям в западной и центральной части зоны БАМа, которые предназначаются для электроснабжения в первую очередь крупных промышленных комплексов и узлов.

На гидроузлы в восточной части зоны возлагается кроме обеспечения электроэнергией также задача защиты равнинных территорий по берегам рек Зеи, Бурен и Амура от разрушительных наводнений. Это также связано с необходимостью устройства емких водохранилищ, которые являются характерными для всех первоочередных объектов в зоне БАМа.

Значение регулирования расходов на головной ступени речного каскада в гидрологических условиях рассматриваемой зоны иллюстрируется примером выявленных гидроэлектростанций на р. Витиме (табл. 5).

Крайне неравномерный стоковый режим рек, протекающих в зоне БАМа, оказывает влияние на компоно-

вочные решения гидроузлов и на условия их строительства.

В связи с большими значениями максимальных расходов предъявляются повышенные требования к пропускной способности водосбросных сооружений, а также временных водопропускных сооружений на период строительства. В ряде случаев оказывается целесообразным организация пропуска строительных расходов поверх недостроенных подпорных сооружений с затоплением основного котлована на летний период. Необходимость пропуска значительных расходов воды через ограниченные по размерам водосбросные отверстия или обводные туннели может потребовать высокой интенсивности строительных работ при замыкании подпорного фронта сооружений. Трудности обеспечения этого требования явились одной из причин выбора бетонной плотины для Зейской ГЭС вместо ранее намечавшейся каменнонабросной.

Особые требования возникают в связи с тем, что в зоне влияния БАМа широко распространена многолетняя мерзлота. Опыт строительства Вилуйской, Колымской ГЭС и ряда других объектов на севере свидетельствует об определенных сложностях строительства на многолетнемерзлых основаниях как сооружений самих гидроузлов, так и объектов промышленной базы и поселков. Откосы скальных выемок в многолетнемерзлых грунтах должны выполняться более пологими, чем в талых. При конструировании обделок гидротехнических туннелей должен учитываться процесс деградации мерзлоты, который может привести к возрастанию горного давления.

Явление деградации мерзлоты будет также способствовать усиленной переработке береговой зоны водохранилищ, что может потребовать увеличения компенсационных затрат при создании водохранилищ.

Сложности строительства дорог, гражданских и промышленных негидротехнических сооружений на многолетнемерзлых основаниях общеизвестны и поэтому здесь не приводятся.

Строительство гидроэлектростанций в зоне БАМа неизбежно потребует сооружения более или менее протяженных автомобильных дорог. Хотя генеральное решение транспортной проблемы для перспективных гидроузлов на Витиме, Олекме, Алдане, Учуре решается

прокладкой Байкало-Амурской магистрали, доставка грузов непосредственно к строительным площадкам во всех случаях будет осуществляться с перевалкой на автомобильный либо водный транспорт и будет связана с необходимостью устройства перевалочных баз, расширения речных портов и т. п. Даже для строительства Мокской ГЭС на Витиме, расположенной недалеко от трассы БАМ, потребуется прокладка специальной автодороги в условиях очень сложного рельефа с тремя мостовыми переходами через р. Витим.

Затраты на устройство перевалочных и строительных баз могут быть в известной степени снижены при рациональном планировании их дальнейшего использования для нужд народного хозяйства либо при каскадном строительстве гидроэлектростанций. Так, строительная база первой ступени Бурейской ГЭС может быть также использована для возведения Нижне-Бурейского гидроузла. Перевалочная и строительная базы первой ступени Витимского каскада — Мокской ГЭС могут служить в последующем для возведения остальных трех гидроэлектростанций каскада, которые будут расположены друг от друга на расстоянии до 150 км.

Создаваемые гидротехнические сооружения, подъездные дороги, водохранилища будут оказывать определенное влияние на окружающую среду. Выше указывалось, что в силу климатических и почвенно-геологических условий, характера растительности северная природа в зоне БАМа особенно тяжело восстанавливает нанесенный ей урон.

В связи с пересеченным рельефом и труднодоступностью полная очистка от лесной растительности территории будущих водохранилищ будет сложным и дорогостоящим мероприятием. В то же время оставление части деревьев на месте может привести к временному снижению прозрачности, увеличению цветности, обескислороживанию придонных слоев воды. В начальный период эксплуатации это отрицательно скажется на воспроизводстве ценных пород рыб, хотя кормовая база рыбного стада в водохранилищах будет впоследствии значительно выше, чем в естественных условиях.

Потребуется специальные мероприятия по восстановлению растительности, пострадавшей при устройстве карьеров, по укреплению земляных откосов и ряд других природоохранных мероприятий.

В связи с суровыми климатическими условиями, которые характерны в особенности для северных районов зоны БАМа, в пределах последних установлен повышенный уровень заработной платы. Это обстоятельство скажется на стоимости строительства гидроэлектростанций.

Перечисленные выше специфические условия и особенности освоения гидроэнергетических ресурсов в зоне БАМа заметно влияют на удельные экономические по-

Таблица 6

Группа	Гидроэлектростанция	Природные строительные условия	Ориентировочные удельные капиталовложения, коп/(кВт·ч) ¹
I	Шороховская на Киренге, Ленская, Зейская, Бурейская, Нижне-Бурейская	Умеренно сложные	8—10
II	Мокская, Каралонская, Амалыкская, Бодайбинская на Витиме ² , Олекминская	Сложные	15—18
III	Средне-Учурская, Нижне-Учурская	Весьма сложные	20—25

¹ По затратам, относимым на энергетику (без стоимости ВЛ).

² При работе в каскаде.

казатели гидроэлектростанций в этом регионе. Вместе с тем естественная концентрация крупных энергетических ресурсов в мощных водотоках, практическое отсутствие сельскохозяйственного и транспортного освоения территорий, попадающих в зоны водохранилищ проектируемых гидроузлов, способствуют снижению показателя удельных капитальных затрат для гидроэлектростанций в зоне БАМа. Такое же влияние оказывает комплексное народнохозяйственное значение ряда узлов, позволяющее часть затрат отнести на неэнергетических водопользователей (как, например, на Зейской, Бурейской ГЭС).

По транспортной доступности, сложности природных условий и удельным капиталовложениям на 1 кВт·ч выработки электроэнергии крупные гидроэлектростанции в зоне БАМа можно разделить на три группы.

К первой группе относятся гидроэлектростанции в умеренно сложных условиях, тяготеющие к освоенным периферийным районам зоны БАМа, ко второй груп-

пе — гидроэлектростанции в сложных условиях центральной части зоны, к третьей — гидроэлектростанции на северной, труднодоступной окраине зоны влияния магистрали (табл. 6).

Следует подчеркнуть, что по удельным капиталовложениям на 1 кВт·ч выработанной электроэнергии гидроэлектростанции в зоне БАМа сравнимы со строящимися и проектируемыми крупными гидроэлектростанциями на Кавказе: Чиркейская—9,6, Ингурская—12,4, Ирганайская ГЭС— 16,5 коп/(кВт·ч).

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ПРОЕКТИРУЕМЫЕ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В ЗОНЕ БАЙКАЛО-АМУРСКОЙ МАГИСТРАЛИ¹

9. Гидроэлектростанции на реках Лене и Киренге

Схема использования водных ресурсов р. Лены предусматривала строительство на этой реке трех крупных гидроузлов: Ленского (Мухтуйского), Якутского и Нижне-Ленского. Подпор Ленской ГЭС распространился по реке до г. Киренска. Использование ресурсов Верхней Лены рекомендовалось в отдаленной перспективе, когда строительство гидроузлов будет окупаться потребностями водного транспорта.

В составе упомянутой схемы была также рассмотрена возможность строительства гидроузлов на р. Киренге и выявлена целесообразность в создании Шороховской ГЭС на этой реке. Основные водно-энергетические показатели этих гидроэлектростанций приведены в табл. 7.

В «Схеме использования водных ресурсов Верхней Лены» (1972—1974 гг.) рассматривалась возможность улучшения судоходных условий на участке реки между Усть-Кутом и Кпренском. Схемой рекомендовалось строительство выше г. Усть-Кута регулирующего гидроузла, обеспечивающего летние попуски воды, гаранти-

¹ По большинству из описанных ниже гидроузлов в настоящее время имеются лишь предпроектные проработки. Поэтому компоновочные и конструктивные решения сооружений еще не оптимизированы, технико-экономические показатели носят предварительный характер.

рующие в сочетании с русловыми мероприятиями судоходные глубины до 3 м.

Водохранилище Верхне-Ленского гидроузла с объемом 6,3 км³ рассчитывалось на многолетнее регулирование стока с гарантированной отдачей расхода около 400 — 450 м³/с в навигационный период.

Таблица 7

Гидроэлектростанция	Отметка НПУ	Среднегого- летний сток, км ³	Полезный объ- ем водохрани- лища, км ³	Максимальный напор, м	Мощность, МВт	Среднегодовая выработка энер- гии, млрд.кВт·ч
Шороховская	340	21,3	9,1	85	750	3,7
Ленская	247	126,3	40,1	85	4600	23,0
Якутская	162	213	47,2	71	4700	28,4
Нижне-Ленская	91	492	351,3	89	20 200	98,5

Навигационные и санитарные попуски через сооружение Верхне-Ленского гидроузла рекомендовалось одновременно использовать для преимущественно сезонной (летней) выработки электроэнергии в объеме около

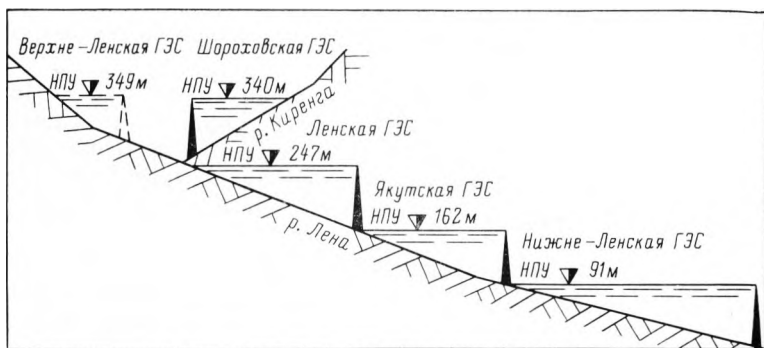


Рис. 13. Схема каскада ГЭС на реках Лене и Киренге.

1 млрд. кВт·ч в год на гидроэлектростанции мощностью 240 МВт.

В связи с сезонностью производства энергии относительно небольшая Верхне-Ленская ГЭС не предназначалась для питания изолированных потребителей, а дол-

жна была влиться в мощную энергосистему Восточной Сибири. В настоящее время вопрос обеспечения судоходных условий на Верхней Лене изучается более детально на стадии технико-экономического обоснования.

Схема каскада гидроэлектростанций на Лене и Киренге приведена на рис. 13.

В качестве крупных генерирующих источников в рассматриваемом регионе наибольший интерес представляют Шороховская и Ленская гидроэлектростанции.

Шороховская ГЭС нар. Киренге (Иркутская область). Байкало-Амурская магистраль пересекает р. Киренгу в среднем течении близ пос. Ульячен. Выше этого места строительство гидроэлектростанций на реке малоперспективно из-за ее маловодности и труднодоступности района.

Гидроэнергетическое использование водных ресурсов нижнего течения р. Киренги было проработано в двух основных вариантах: с аккумуляцией и переброской стока через водораздел в р. Лену и при строительстве гидроэлектростанций на самой Киренге. Первый вариант рассматривался в сочетании со строительством низконапорного гидроузла (Киренгской ГЭС) на р. Лене выше устья р. Киренги. Эта гидроэлектростанция должна была работать на объединенном стоке обеих рек. Последний вариант был признан более эффективным. При этом используется участок реки с падением около 83 м (рис. 13).

В намеченном створе река протекает в долине с умеренно крутыми склонами (длина плотины по гребню 1410 м при максимальной высоте около 90 м). При подпорной отметке гидроузла 340 м потребуются кроме русловой плотины построить дамбу высотой до 18 м и протяженностью 1570 м, которая должна перекрыть пониженный участок левого берега.

Геологическое строение площадки расположения основных гидротехнических сооружений узла разведано для стадии схемы достаточно подробно. Участок сложен прочными карбонатными породами (известняками и доломитами). В пределах русла и более пологого склона левого берега коренные породы покрыты мощным плащом аллювиальных и делювиальных отложений, представленных песками и супесями с прослоями валунно-галечного материала, суглинками и глинами. Максимальная толщина рыхлых отложений достигает в русле 40 м. Почти такая же мощность толщи четвертичных отложе-

Ний вскрыта в пределах упомянутого выше левобережного понижения.

Среднегодовой расход р. Киренги в створе гидроузла $650 \text{ м}^3/\text{с}$, максимальный расход половодья обеспеченностью $0,01\%$ — $8000 \text{ м}^3/\text{с}$.

Топографические и геологические условия створа, наличие в непосредственной близости практически неограниченных запасов грунтовых строительных материалов способствовали выбору в качестве подпорного сооружения плотины из грунтовых материалов. В состав сооружений гидроузла войдут также левобережная дамба, энергетический тракт на левом берегу (водоприемник, турбинные водоводы, наземное здание гидроэлектростанции) и сбросной тракт (строительные и частично совмещенные с ними эксплуатационные туннели).

В здании гидроэлектростанции предполагается установить 4 агрегата мощностью по $187,5 \text{ МВт}$ с турбинами радиально-осевого типа диаметром $7,5 \text{ м}$. Установленная мощность гидроэлектростанции 750 МВт , гарантированная 352 МВт (при максимальной сработке уровня водохранилища на 15 м).

Плотину гидроузла намечается выполнить насыпной из гравелисто-галечникового материала с упорной призмой из каменной наброски. В качестве противофильтрационного элемента предлагается наклонное суглинистое ядро. Аллювиально-делювиальную толщу в основании намечено прорезать буробетонной стенкой, которая будет сопрягаться с ядром плотины через железобетонную смотровую галерею. Напорный откос плотины в пределах высоты сработки крепится бетонными плитами толщиной $1,0 \text{ м}$, ниже — каменной наброской.

Сооружения энергетического тракта проектируется расположить в выемке на левом берегу глубиной до 40 м .

За коротким подходным каналом располагается водоприемник фронтального типа и далее 4 сталежелезобетонных водовода диаметром $7,5 \text{ м}$, протяженностью 300 м каждый. Здание гидроэлектростанции — берегового типа.

Строительные туннели (две нитки сечением в свету $12 \times 14 \text{ м}$) длиной 535 м каждый облицованы бетоном на всем протяжении. Концевые участки туннелей длиной по 250 м используются в качестве постоянных водосбросов и соединяются с поверхностным оголовком наклон-

ными штольнями. Начальные участки строительных туннелей заглушаются при этом бетонными «пробками». С учетом трансформации паводка при форсировке уровня водохранилища на 1,0 м и пропуска воды через турбины гидроэлектростанции в количестве 1000 м³/с расчетная пропускная способность эксплуатационного водосброса принята равной 5000 м³/с.

Созданием водохранилища Шороховской ГЭС затрагивается около 45 тыс. га земель, в том числе около 7 тыс. га сельскохозяйственных угодий, из которых 1,2 тыс. га используются под пашню. Площадь затопления лесов и кустарников составит свыше 27 тыс. га, ликвидный запас товарной древесины 2,3 млн. м³. Из зоны водохранилища потребуется переселить около 2 тыс. чел.

Следует отметить, что прокладка Байкало-Амурской магистрали значительно облегчит организацию лесосводки и вывозку леса из зоны водохранилища, к которым целесообразно приступить одновременно с началом подготовительных работ к возведению гидроузла.

Доставку основных грузов на строительную площадку наиболее целесообразно осуществить водным транспортом из Усть-Кута в сочетании с автомобильным транспортом по зимнику.

При строительстве основных сооружений Шороховской ГЭС потребуется выполнить около 25 млн. м³ земельно-скальных работ, в том числе уложить в плотину и дамбу 12 млн. м³ песчано-гравийного грунта, 4 млн. м³ каменной наброски, 3 млн. м³ суглинка, около 0,5 млн. м³ дренажей и фильтров. Общий объем туннельной выломки составит около 300 тыс. м³, объем укладки железобетона 470 тыс. м³. Максимальные месячные интенсивности насыпи гравийно-галечных и скальных грунтов достигнут 600 — 700 тыс. м³, насыпь суглинка 200 тыс. м³. При этом общая продолжительность строительства не превысит 6—7 лет, а пуск первых агрегатов может быть осуществлен через 5 лет после начала строительства.

Энергетические показатели Шороховской ГЭС приведены в табл. 6. Удельные капиталовложения составляют ориентировочно 500 руб/кВт и 10 коп/(кВт·ч). Гидроэлектростанция будет размещаться в центре крупных лесоперерабатывающих предприятий Верхне-Ленского ТПК, часть ее энергии может передаваться потребителям Северо-Байкальского ТПК.

Ленская ГЭС (Якутская АССР) намечается невдалеке от г. Ленска, порта и важного транспортного узла, где осуществляется перевалка с воды на автомобильный транспорт массовых грузов, доставляемых в алмазодобывающие районы Якутии.

Долина реки Лены в районе рассматриваемого створа асимметрична, с правым крутым берегом, возвышающимся над урезом воды более чем на 100 м. Левый берег реки более пологий, с широкой надпойменной террасой. Ширина русла реки около 650 м, ширина поймы около 1650 м. Среднегоголетний расход воды составляет 4090 м³/с. В районе створа широко развиты массивные, доломитизированные известняки с редкими прослоями мергелей, доломитов, алевролитов и брекчий. За пределами зон тектонического дробления породы прочные и крепкие. Отложения известняков рассечены пластовыми интрузиями диабазов, достигающих мощности 100 м. Мощность зоны интенсивного выветривания коренных пород в среднем 3 м, с возрастанием вблизи тектонических зон до 10 м.

По всему створу (за исключением правого берега) коренные породы покрыты четвертичными отложениями, мощность которых достигает в русле 45 м, а на первой надпойменной террасе 30 м.

Площадка гидроузла расположена в зоне многолетней мерзлоты, которая в бортах долины распространяется на глубину до 150 м.

В целом инженерно-геологические условия строительства гидроузла можно оценить как удовлетворительные. На месте имеются практически в неограниченных количествах гравийно-галечные и супесчано-суглинистые материалы (частично в мерзлом состоянии), а также строительный камень.

В качестве основного подпорного сооружения Ленского гидроузла при разработке схемы принималась земляная насыпная плотина высотой до 100 м.

При этом компоновочное решение исходило из условий соблюдения оптимального баланса земельно-скальных работ, т. е. максимального использования грунтов из полезных выемок для отсыпки тела плотины. Рекомендуемая компоновка позволяет использовать в насыпь до 70% грунта, вынимаемого из котлованов сооружений. Наиболее благоприятным местом для размещения бетонных сооружений явилась пойменная часть левого берега.

При этом они будут располагаться на прочных известняках. Здесь намечено заложить батарею из 20 железобетонных галерей сечением 13X14 м (5 секций по 4 галереи), через которые в период возведения плотины будет пропускаться вода с расходами до 26 700 м³/с. Эти галереи предусмотрено впоследствии использовать для подвода воды к зданию гидроэлектростанции и сброса максимальных расходов в период эксплуатации гидроузла.

Водоприемное сооружение размером в плане 55 X X 264 м имеет строительную высоту 100 м. Оно оборудовано аварийно-ремонтными затворами, сороудерживающими решетками и обслуживается кранами грузоподъемностью 50 т. От водоприемника к спиральным камерам турбин внутри железобетонных труб прокладываются 16 стальных водоводов диаметром 9,0 м каждый (по две нитки на агрегат).

Здание гидроэлектростанции возводится у низового оголовка железобетонных труб. Оно состоит из четырех агрегатных секций и монтажной площадки. Общая длина здания гидроэлектростанции 300 м. В нем намечается установить 8 гидроагрегатов мощностью по 575 МВт с радиально-осевыми турбинами диаметром 8,5 м. Здание гидроэлектростанции обслуживается двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 600 т.

Выдача мощности гидроэлектростанции планируется на напряжениях 220 и 500 кВ.

Создаваемое водохранилище, рассчитанное на годовичное регулирование стока и трансформацию паводковых расходов, обеспечивает снижение максимального сбросного расхода с вероятностью превышения 0,01% до 17 000 м³/с (при расчетной приточности 46 400 м³/с). Указанный расход пропускается в период эксплуатации частично через гидроэлектростанцию (6700 м³/с) и частично через железобетонные трубы строительного водосброса. Для этого намечено соорудить вынесенный в сторону верхнего бьефа башенный оголовок с вакуумными водосливами, соединенными с донными галереями. Общая длина водосброса с четырьмя отверстиями по фронту 66 м.

Водосброс оборудуется основными и аварийно-ремонтными затворами, которые обслуживаются кранами, установленными на водоприемнике гидроэлектростанции. Для гашения энергии сбрасываемого потока предусмат-

ривается устройство водобойного колодца в нижнем бьефе гидроузла.

Земляная плотина длиной по гребню 3380 м перебивает напорный фронт гидроузла. Ее намечено возвести из гравийно-галечного грунта из полезных выемок и месторождений, расположенных в непосредственной близости от створа. Откосы плотины приняты с заложением 1:3,0 (верховой) и 1:2,2 (низовой). В качестве противодиффузионного элемента проектируется ядро из суглинистого материала толщиной от 5 до 43 м.

Сопряжение противодиффузионного устройства с основанием плотины предусмотрено с помощью буробетонной стенки с глиноцементной завесой в пределах аллювиальной толщи и путем цементации скальной породы.

В связи с тем что р. Лена является важной транспортной магистралью, в составе сооружений предусмотрен двухкамерный шлюз с разъездным бьефом, расположенный на коренных породах левого берега. Габариты камер шлюза (290X30 м) определены из необходимости обеспечения расчетного грузооборота и пропуска судов грузоподъемностью до 5000 т.

Как указывалось выше, сложные проблемы должны быть решены при создании водохранилища Ленской ГЭС площадью 3020 км², которое затрагивает Ленский район Якутской АССР, Мамско-Чуйский, Бодайбинский и Киренский районы Иркутской области. Водоохранилище затопит 244,2 тыс. га земель, в том числе 1|5 тыс. га сельскохозяйственных угодий. Переносу подлежат 7,7 тыс. строений, в том числе часть застройки г. Бодайбо, 9 рабочих поселков, 3,6 тыс. дворов личной собственности (по оценке 1963 г.). Переселению подлежит около 30 тыс. чел. Предстоит свести около 17 млн. м³ деловой древесины и выполнить лесочистку на 31 тыс. га.

Водоохранилище затопит нерестилища проходных, полупроходных и местных осенне-нерестующих рыб. Изменение гидрологического режима в нижнем бьефе нанесет определенный ущерб запасам сиговых рыб, нельмы и сибирского осетра.

Поскольку в данном районе компенсация ущерба, наносимого стаду сиговых и осетровых рыб путем организации заводского разведения молоди, по заключению Гидрорыбпроекта, невозможна из-за суровых климатических условий и отсутствия площадок под пруды-питомники, предусматривается выделение за счет сметы на

строительство гидроузла необходимых средств для организации рыборазведения в других районах.

В связи со сложностью и значительной стоимостью водохранилища Ленской ГЭС при отметке НПУ 247 м при дальнейшем проектировании будут рассмотрены варианты снижения подпорной отметки гидроузла.

На строительстве основных сооружений Ленской ГЭС должно быть выполнено 105 млн. м³ земляных работ, в том числе уложено 70 млн. м³ качественной насыпи. Объем бетонных работ составляет 3,8 млн. м³. Общая продолжительность строительства (включая подготовительный период) составит примерно 10 лет. Первые агрегаты могут быть пущены при этом на девятом году строительства. Общие затраты на возведение гидроузла составят 2,5 — 3,0 млрд. рублей.

10. Гидроэлектростанции в бассейне р. Витима

Витимский каскад. При разработке основной концепции Витимского каскада и разбивке водотока на ступени использования определяющее значение имело наличие Муйской межгорной котловины, находящейся в среднем течении реки (рис. 14).

В силу относительно спокойного рельефа и благоприятного микроклимата этот район издавна был хозяйственно освоен. По Муйской котловине проходит трасса Байкало-Амурской магистрали, пересекающая р. Витим в районе с. Спицино. Таким образом, Муйская котловина разбивает течение р. Витим на два участка, возможных для энергетического использования. Как показали проектные проработки, на нижнем участке (между котловиной и г. Бодайбо) сооружение регулирующих гидроузлов нерационально, так как река протекает здесь в относительно узкой долине, створы, удобные для возведения высоких плотин, отсутствуют.

Выше Муйской котловины емкость для регулирования стока реки в годичном и многолетнем разрезах может быть создана на базе водохранилища, затапливающего практически не населенную Токсимо-Джилдинскую впадину, а также приустьевые участки долин крупнейших притоков Витима — Ципы и Калара. Группа створов, пригодных для возведения подпорного сооружения, образующего такое водохранилище, находится вблизи с. Многообещающая Коса (рис. 15).

Природные условия района, где проектируется Мокский гидроузел, довольно сложные. Река Витим пересекает здесь Становое нагорье и протекает в узком ущелье с ограниченным числом площадок, удобных для размещения строительной базы.

В створе гидроэлектростанции среднемноголетний расход воды равен 728 м³/с, максимальный расход за имеющийся период наблюдений составил 11 800 м³/с, а расходы различной обеспеченности равны (м³/с):

Обеспеченность, %	0,01	0,1	1	10
Весеннее половодье.....	20 400	16 900	13 100	8870
Летне-осенний паводок	33 100	24 400	17 200	11 000

В настоящее время заканчивается разработка технико-экономического обоснования (ТЭО) строительства Мокской ГЭС, в котором особое внимание уделено изучению сейсмической активности этого района, относящегося к 9—10-балльной зоне.

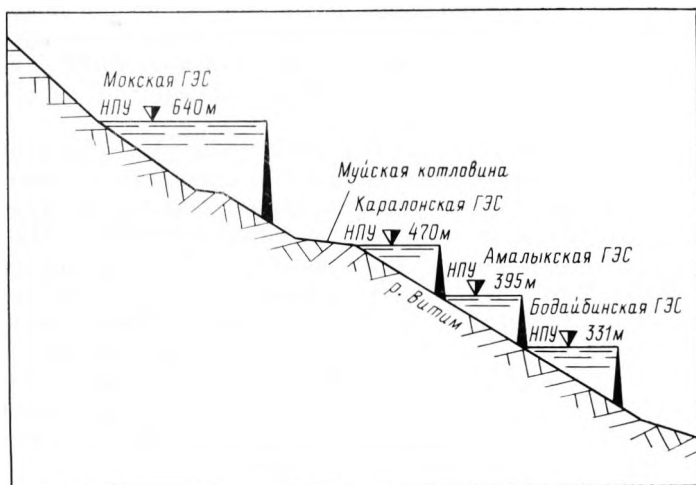


Рис. 14. Схема каскада ГЭС на р. Витиме.

В процессе составления ТЭО был рассмотрен участок реки от с. Спицино до устья р. Бамбуйка протяженностью 42 км. На этом участке было изучено семь створов: Спицинский, Ивановский, Известняковый, Сивакский, Болдыревский, Тузалинский и Гранитный, из которых по совокупности условий на основе технико-эконо-

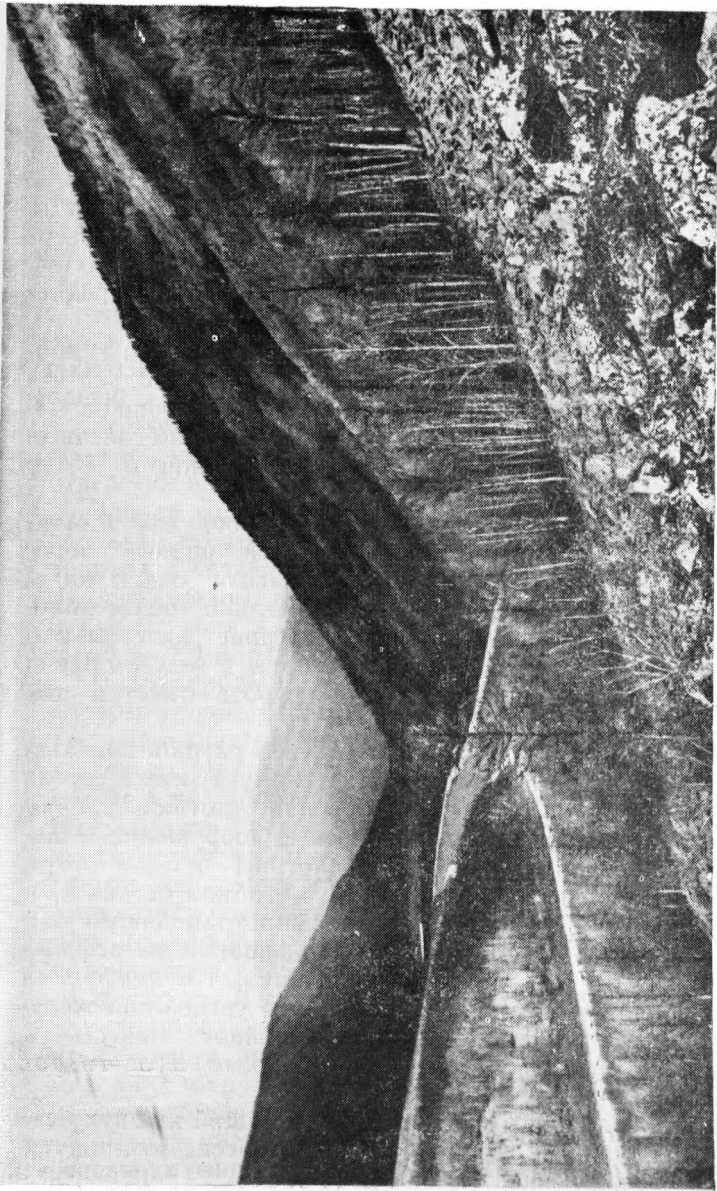


Рис. 15. Район створа Мокской ГЭС.

мических расчетов выбран Болдыревский с расчетной сейсмичностью 9 баллов.

Институт земной коры СО АН СССР одобрил этот вывод, считая, что среди сравниваемых площадок Болдыревская отличается наиболее благоприятными сейсмогеологическими условиями.

Скальные породы, слагающие основание сооружений Мокской ГЭС в Болдыревском створе, представлены мигматитами, гнейсами и гранитогнейсами. Коренные породы покрыты незначительным слоем рыхлых четвертичных отложений. На берегах развиты толщи многолетнемерзлых пород мощностью до 200—400 м со среднегодовой температурой $-3 \div -4^\circ\text{C}$.

Из строительных материалов в районе створа гидроузла в неограниченном количестве имеется только камень. Ближайшие разведанные карьеры суглинков находятся на расстоянии 100—140 км. Гравийно-галечные и песчаные грунты находятся на расстоянии от 15 до 50 км.

Долина Витима в створе подпорных сооружений Мокской ГЭС резко асимметрична. Крутой правый берег поднимается под углом 40—45° на высоту около 400 м над урезом воды, левый берег значительно более пологий, сложен рядом кумулятивных террас на скальном цоколе. Ширина русла по урезу воды в межень равна примерно 150 м, ширина долины на уровне отметки подпора 900 м.

На стадии ТЭО Мокский гидроузел разрабатывается в двух основных вариантах. По одному из них в состав сооружений войдут каменнаобросная плотина, здание гидроэлектростанции и водосбросные сооружения. Максимальная строительная высота плотины составит 160 м, объем каменной наброски 30 млн. м³, объем бетона около 700 тыс. м³. В качестве противофильтрационного элемента плотины рассматриваются диафрагмы из асфальтобетона или металла. Предполагается, что диафрагма будет сопрягаться с основанием путем устройства железобетонной галереи и цементационной завесы в скальном массиве, выполняемой после его гидрооттайки.

Эксплуатационный водосброс, состоящий из двух безнапорных туннелей сечением 18X18 м обеспечит пропуск расхода обеспеченностью 0,01% (с учетом трансформации в водохранилище) 15 000 м³/с, Пропуск строитель-

ных расходов будет осуществлен через туннели или про-
резь, располагаемые на левом берегу.

Учитывая близость железнодорожной магистрали, по которой будет доставляться цемент, рассматривается также возможность строительства гидроузла с бетонной плотиной. Прорабатывается вариант бетонной гравитационной плотины с вертикальной напорной гранью и с уклоном низовой грани 1:0,8. Общий объем укладываемого бетона составляет при этом около 5 млн. м³. Водосливная часть плотины расположена у правого берега; водосбросы поверхностные с водосливом практического профиля. Сопряжение бьефов предусматривается с отбросом струи носком-трамплином. Станционная часть плотины и здание гидроэлектростанции размещаются у левого берега. Строительство русловой части плотины и пропуск строительных расходов намечаются в две очереди: на первом этапе — через стесненное русло, а на последующих этапах — через гребенку и донные отверстия в плотине.

Здание гидроэлектростанции для вариантов плотины проектируется соответственно береговым или приплотинным, с установкой пяти агрегатов с турбинами радиально-осевого типа мощностью по 300 тыс. кВт. Среднемноголетняя выработка энергии Мокской ГЭС составит 6,3—7,0 млрд. кВт-ч.

Водохранилище Мокской ГЭС при нормальном подпорном уровне 640 м может осуществлять любые виды регулирования расходов р. Витима от суточного до многолетнего. При площади зеркала 1012 км² и полном объеме 51,4 км³ полезный объем водохранилища составляет 26,4 км³, что превосходит среднемноголетний сток реки.

Несмотря на то что в зону затопления попадают всего три небольших населенных пункта, стоимость водохранилища оценивается в сумме более 100 млн. руб. Это обусловлено необходимостью выплаты компенсации за затопляемые сельскохозяйственные угодья площадью 10,3 тыс. га (в том числе пахотных земель всего 200 га) и нерентабельной лесосводкой 4 млн. м³ строевого леса (в основном лиственницы), которую нужно выполнять в горной и труднодоступной местности. Количество переселяемого населения составляет около 1000 чел.

Ввиду низкой продуктивности лесных угодий институтом «Гипролестранс» рассматривается вопрос об оставлении невырубленного леса под затопление с лесо-

очисткой в необходимом объеме санитарных зон и рентабельных лесных массивов.

Месторождений полезных ископаемых в зоне затопления не обнаружено.

Как указывалось выше, в районе строительства Мокской ГЭС имеется весьма ограниченное количество площадок для размещения строительного хозяйства и поселков. Общая потребность в территории для промышленной базы и поселков составляет около 5 км². В районе гидроузла выявлен ряд площадок суммарной площадью 3,5—4 км². Кроме того, имеется площадка в долине р. Тулдунь площадью около 4 км², находящаяся на расстоянии 10 км от створа. Однако освоение этой территории потребует строительства автодороги в тяжелых горных условиях с мостовым переходом через р. Тулдунь. Поэтому в разрабатываемом ТЭО предполагается разместить все подсобно-вспомогательные предприятия, строительное хозяйство и поселок строителей на нижней и верхней террасах в районе с. Многообещающая Коса.

Рассматривается также вариант размещения основных строительных баз и поселков в районе железнодорожной станции, что будет способствовать их дальнейшему использованию как для строительства нижерасположенных ступеней каскада, так и в интересах других отраслей народного хозяйства.

Сложными являются условия организации транспортной связи между Байкало-Амурской магистралью (разъезд Витим) и строительной площадкой. Для этого необходимо проложить автодорогу вдоль русла р. Витима, на которой по условиям рельефа потребуются возвести не менее трех мостов через эту многоводную реку, либо пройти около 4 км дорожных туннелей.

Сроки строительства Мокского гидроузла тесно связаны с подходом Байкало-Амурской магистрали к району Витима. Подготовительные работы по строительству, включающие возведение предприятий строительного хозяйства, автодороги и жилых поселков, возможно выполнить частично до этого момента. При строительстве основных сооружений гидроузла необходимо использовать постоянную транспортную схему. Продолжительность строительства гидроузла (без подготовительного периода) составит около 6-7 лет.

Одновременно со строительством Байкало-Амурской магистрали намечается возвести вдоль ее трассы высо-

ковольтную линию электропередачи напряжением 220 кВ с усилением ее в дальнейшем второй цепью 500 кВ.

Эти линии позволят энергетически объединить территориально-промышленные комплексы западной части зоны БАМа — Верхне-Ленский, Северо-Байкальский и Удоканский промышленный узел. Сооружение Мокской ГЭС, удачно расположенной в центре нагрузок Северо-Забайкальской ТПК, обеспечит этот важнейший район дешевой электроэнергией.

Особенно эффективным может оказаться подсоединение Мокской ГЭС к Читинской и Бурятской энергетическим системам, которые лишены в настоящее время мобильной гидравлической мощности.

Энергоэкономические показатели Мокского гидроузла достаточно благоприятны для данного района — удельные капитальные вложения на 1 кВт установленной мощности составят менее 700 руб., себестоимость энергии около 0,2 коп/(кВт·ч).

Кроме энергетического эффекта Мокский гидроузел обеспечит регулирование паводковых расходов р. Витима, что позволит вовлечь в хозяйственный оборот около 50 тыс. га ценных земель в Муйской котловине.

Мокская ГЭС будет иметь решающее значение для обеспечения эффективности строительства трех ниже расположенных ступеней Витимского каскада — Каралонской, Амалыкской и Бодайбинской гидроэлектростанций (см. табл. 5). Природные условия на участке расположения этих гидроузлов неблагоприятны для возведения высоких плотин.

Долина реки в пределах участков створов имеет корытообразную форму без заметных сужений, облегчающих создание подпорных сооружений. При максимальных напорах указанных гидроэлектростанций, равных 45, 64 и 90 м, ширина долины на отметках гребня плотин составляет соответственно 1400, 1185 и 1830 м.

В схемных проработках плотины Каралонской и Амалыкской ГЭС принимались бетонными, а Бодайбинской ГЭС — частично бетонной (водосливная и станционная части общей протяженностью по фронту 350 м) и частично из грунтовых материалов (русовая и правобережная части длиной 1480 м).

Примерные объемы основных строительных работ, показатели водохранилищ и энергетические показатели по этим объектам приведены в табл. 8. Из данных этой

таблицы следует, что объемы строительных работ по гидроузлам довольно велики, в то время как объем мероприятий по созданию водохранилищ незначителен. Поскольку станции работают в основном на зарегулированном стоке, целесообразно при дальнейшем проектировании уточнить разбивку каскада и увеличить число ступеней, предусмотрев одновременно унификацию сооружений и оборудования.

Т а б л и ц а 8

Наименование	Гидроэлектростанции		
	Каралонская	Амалыкская	Бодайбинская
Выемка грунта, млн.м ³	3,2	1,7	29,6
Насыпь и наброска, млн. м ³	0,5	0,8	23,1
Укладка бетона, млн. м ³	4,8	2,9	1,8
Количество и мощность агрегатов, МВт	6×170=1020	6×140=840	6×200=1200
Среднегодовая выработка энергии (в каскаде с Мокской ГЭС), млрд. кВт·ч	5,1	4,2	5,9
Площадь зеркала водохранилищ, тыс. га	21,1	25,4	34,6
Площадь затопления сельскохозяйственных земель, тыс. га	4,9	0,5	0,4
Объем лесосводки, млн. м ³	0,8	0,5	0,6

Строительство каскада гидроэлектростанций на участке Витима ниже Муйской котловины может быть организовано вслед за Мокской ГЭС при использовании высвободившейся строительной базы и подъезда по автомобильной дороге, связывающей г. Бодайбо с Байкало-Амурской магистралью.

Суммарная мощность гидроэлектростанций Витимского каскада составит около 4,5 млн. кВт при выработке 21,5—22,0 млрд. кВт·ч зарегулированной электрической энергии. Удельные капиталовложения по каскаду в целом будут находиться в пределах, указанных выше для Мокской ГЭС. Себестоимость электроэнергии составит около 0,2 коп/(кВт·ч).

Тельмамская ГЭС на р. Мамакане проектируется выше по течению действующей уже около 20 лет Мамаканской ГЭС. Тельмамская ГЭС совместно с Мамаканской и тепловыми электростанциями предназначается в основном для решения задач энергоснабжения Мамско-

Бодайбинского района. Связь с энергосистемой БАМа будет осуществляться по ВЛ 220 кВ. Строительство гидроузла с водохранилищем, обеспечивающим годовичное регулирование стока, позволит также значительно повысить гарантированную зимнюю мощность Мамаканской ГЭС.

Долина р. Мамакана в створе подпорных сооружений Тельмамской ГЭС имеет почти симметричное строение с шириной по урезу воды около 200 м и на уровне подпора (140 м над урезом) около 1000 м. Коренные породы в створе представлены гранитами различного зернового состава. Поверх гранитов на правом берегу залегает пласт делювиальных отложений в виде супесей, дресвы и песчаного материала толщиной до 15 м. Погребенная терраса на левом берегу перекрыта аллювиальным материалом мощностью до 25 м. В русле залегают древние флювиогляциальные отложения и современный аллювий толщиной до 35 м с локальными увеличениями до 60 м.

В районе строительной площадки распространена многолетняя мерзлота мощностью до 150 м. В пределах русла реки имеется сквозной талик.

В непосредственной близости от сооружений гидроузла расположены достаточные запасы естественных строительных материалов — строительный камень (гранит), песчаный, песчано-гравийный и щебенистый материал, а также супеси и суглинки. Все месторождения (за исключением русловых) находятся в мерзлом состоянии с сезонным оттаиванием до 2,0 м.

Среднегодовой расход воды в р. Мамакане в створе гидроэлектростанции равен 173 м³/с, мгновенные паводочные расходы обеспеченностью 0,01% могут достигнуть 7840 м³/с, среднесуточные такой же обеспеченностью — 6040 м³/с.

В состав Тельмамского гидроузла входят плотины, водосбросные сооружения и здание гидроэлектростанции с подводными устройствами. В связи с удаленностью площадки и сложностью транспортной схемы при разработке вариантов особое внимание уделялось возможности максимального использования местных строительных материалов (рис. 16).

В качестве подпорного сооружения в результате проведенного технико-экономического обоснования рекомендуется плотина из грунтовых материалов с асфальтобе-

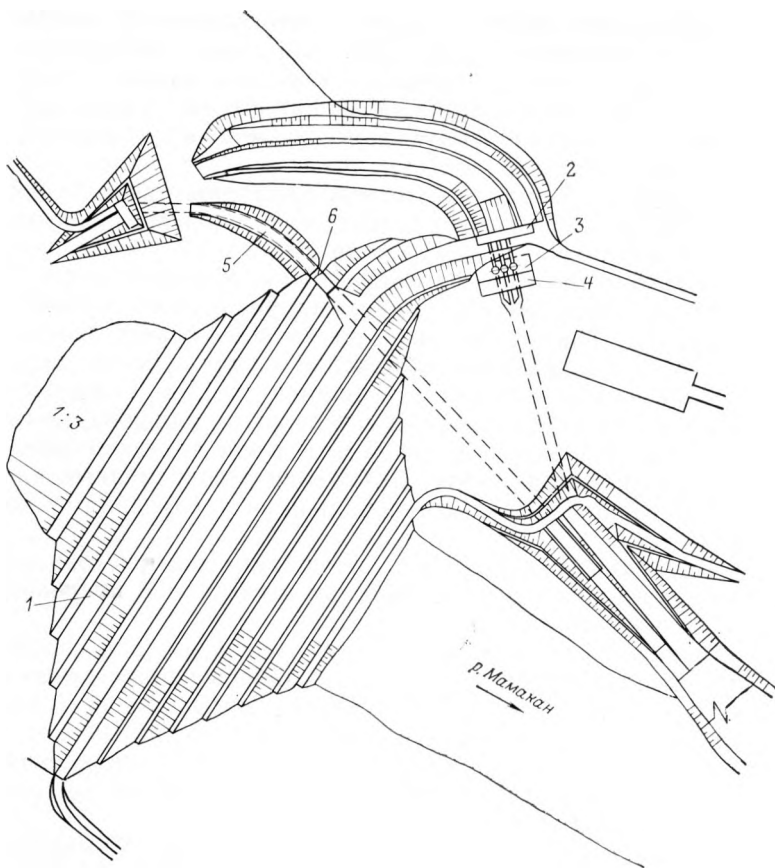


Рис. 16. План сооружений Тельмамской ГЭС.

1 — плотина из грунтовых материалов; 2 — водоприемник; 3 — подземное здание ГЭС; 4 — корпус управления; 5 — подходной канал; 6 — оголовок водосброса.

тонной диафрагмой (рис. 17); максимальная высота сооружения 140 м, длина по гребню 1050 м. Диафрагма опирается на железобетонный пустотелый фундамент, внутри которого расположена цементационная галерея. На русловом участке плотины, где фундамент проложен по русловым отложениям, железобетонный фундамент расширяется до 40 м, число галерей увеличивается до трех.

При дальнейшем проектировании тип противофильтрационного устройства плотины подлежит дополнитель-

ному рассмотрению. В частности, будут рассмотрены варианты суглинистого ядра.

Пропуск расходов реки в период строительства предполагается осуществить через туннель пролетом 11,5 м, проложенный в скальном массиве левого берега. Расчетный строительный расход воды достигает $2150 \text{ м}^3/\text{с}$ (с учетом частичной аккумуляции стока в водохранилище).

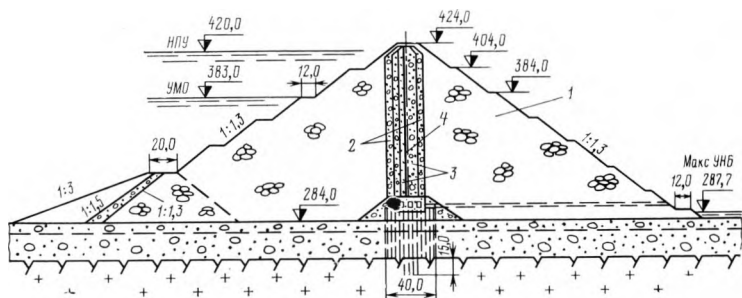


Рис. 17. Плотина Тельмамской ГЭС.

1 — каменная наброска; 2 — карьерная мелочь; 3 — гравийно-галечный грунт; 4 — асфальтобетонная диафрагма.

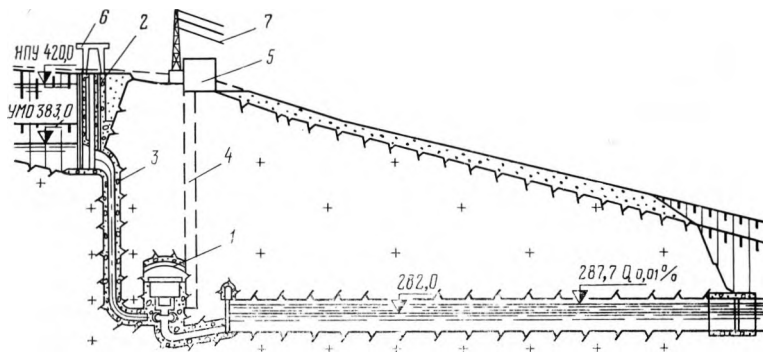


Рис. 18. Разрез по энергетическому тракту Тельмамской ГЭС.

1 — подземное здание ГЭС; 2 — водоприемник; 3 — водоводы; 4 — шинная шахта; 5 — корпус управления; 6 — козловой кран; 7 — на ОРУ 200 кВ.

ще, образованном перемычкой высотой до 40 м). В период эксплуатации строительный туннель намечается использовать в качестве постоянного водосброса.

Энергетические сооружения также располагаются на левом берегу долины,

В подземном здании гидроэлектростанции намечается установить 3 агрегата с радиально-осевыми турбинами диаметром 4,0 м, мощностью по 140 МВт.

Вода к агрегатам подводится тремя туннелями диаметром 5,3 м. Длина каждой нитки около 260 м (рис. 18).

При высоте призмы сработки 37 м (полезный объем водохранилища 1865 млн. м³) выработка электроэнергии Тельмамской ГЭС в средний по водности год составит 1570 млн. кВт-ч (без учета дополнительной выработки энергии на Мамаканской ГЭС).

Быстроток водосброса трассирован в плане под углом около 40° к оси турбинных водоводов. Он наклонен к горизонту под углом 24° и заканчивается массивным трамплином. Ширина лотка водосброса 20 м, пропускная способность 3950 м³/с. При сбросе паводка обеспеченностью 0,01% часть расхода в размере 350 м³/с пропускается через турбины гидроэлектростанции. Водохранилище Тельмамской ГЭС относительно невелико — площадь зеркала 7430 га, полный объем 3,1 км³. Оно практически не затрагивает месторождений полезных ископаемых и сельскохозяйственных угодий. Объем лесосводки в зоне водохранилища составляет около 300 тыс. м³. Переселению подлежит всего 130 чел. Стоимость организации водохранилища равна по предварительной оценке 9,4 млн. руб.

При строительстве основных сооружений Тельмамской ГЭС потребуется выполнить 12 млн. м³ выемок (в том числе 8,4 млн. м³ скального грунта), 2,5 млн. м³ насыпи и 15,1 млн. м³ наброски камня. Объем бетона составит 300 тыс. м³. Для инъекции и цементации потребуется пробурить около 97 км скважин.

Организация строительства предусматривает доставку грузов в основном водным путем из порта Осетрово (железнодорожная станция Усть-Кут) по Лене и Витиму на расстояние 1080 км до перевалочной базы, которую предстоит создать в Мамакане на левом берегу р. Витима в 12 км от г. Бодайбо, расположенного на правом берегу.

Далее до строительной площадки намечается проложить автомобильную дорогу. Поселок строителей и эксплуатационных кадров проектируется в районе существующего поселка Мамакан. Продолжительность строительства составит 8 лет (включая подготовительный период) с пуском первого агрегата на седьмом году.

Ориентировочные экономические показатели Тельмамской ГЭС будут равны около 800 руб/кВт и 20 коп/(кВт-ч).

11. Каскад гидроэлектростанций на р. Олекме

Так же как и р. Витим, Олекма пересекается Байкало-Амурской магистралью в среднем течении. Трасса дороги следует по долинам р. Хани, самой Олекмы и ее крупного притока — р. Нюкжи.

Как показали проработки, использование энергетических ресурсов р. Олекмы выше устья р. Нюкжи малоэффективно. Удельные капиталовложения по Усть-Нюкжинской ГЭС оказались около 1500 руб/кВт и 33 коп/(кВт-ч). Это объясняется относительно малой водностью реки на этом участке, а также неблагоприятным рельефом и значительным объемом затоплений.

Порожистый участок Олекмы, расположенный ниже по течению, наоборот, может быть использован достаточно эффективно. Намечается разбивка его на две ступени использования — регулирующий Олекминский гидроузел и работающую на зарегулированном стоке Кирестээхскую ГЭС (рис. 19).

В районе створа Олекминской ГЭС долина реки имеет асимметричное строение с крутым, почти отвесным левым берегом и пологим правым бортом.

Коренные породы в пределах рассматриваемой площадки представлены в целом прочными и монолитными гнейсами и кристаллическими сланцами, пачками и линзами амфиболитов, с отдельными зонами повышенной трещиноватости. Склоны долины покрыты маломощным делювиальным плащом, состоящим из обломков коренных пород. Русловой аллювий (преимущественно валунно-галечникового состава с песчаным заполнителем) имеет мощность около 10—15 м.

Все породы, за исключением непосредственно подстилающих русло, находятся в многолетнемерзлом состоянии.

По сейсмическим условиям район относится к 7-балльной зоне.

Ширина русла реки в районе створа около 300 м, ширина долины на уровне подпорной отметки (над урезом воды 173 м) около 1100 м.

Среднегодовой расход р. Олекмы в створе проектируемого гидроузла 886 м³/с, максимальный расход обеспеченностью 0,01%—51 600 м³/с.

На стадии схематических проработок предполагалось перекрыть реку каменнонабросной плотиной с ядром из супесчаного материала. Максимальная высота плотины 200 м, длина по гребню 1150 м. Общий объем насыпи и наброски составлял при этом около 42 млн. м³.

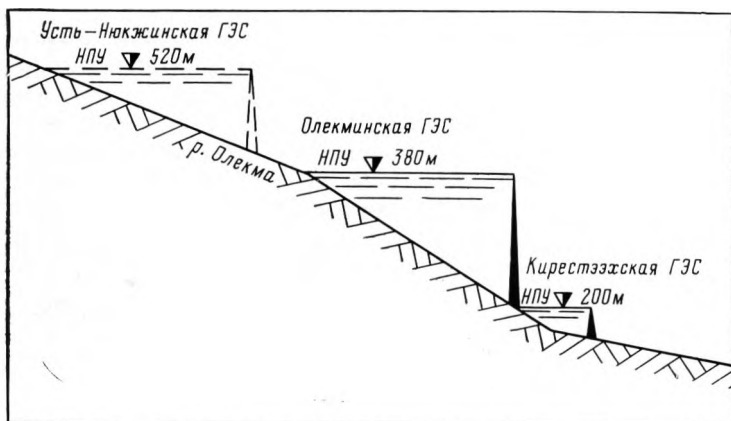


Рис. 19. Схема каскада ГЭС на р. Олекме.

Комплекс постоянных и временных водосборных сооружений, здание гидроэлектростанции с энергетическим трактом располагались на правом берегу.

В период строительства расходы воды в количестве до 15 000 м³/с пропускаются через два облицованных туннеля подковообразного сечения размером 20X25 м в свету. Для этого требуется создать перемычку высотой около 50 м. Длина каждого туннеля около 1300 м. Их концевые участки длиной по 500 м используются впоследствии (с добавлением третьей специальной нитки) для сброса максимальных расходов в количестве 35 000 м³/с (с учетом форсировки уровня водохранилища на 10 м).

В обход правобережного примыкания плотины проектируется короткий канал, трассированный в выемке глубиной до 120—150 м. Канал заканчивается водоприемником гидроэлектростанции и оголовками трех наклонных

штолен сечением 20x25 м, соединяющихся с упоминавшимися водосбросными туннелями такого же сечения. В конце водосбросных сооружений находится колодезгаситель.

Подвод воды к гидроагрегатам намечен по шести напорным туннелям диаметром в свету 10 м, длиной около 600 м.

Здание гидроэлектростанции с 6 агрегатами единичной мощностью 333 МВт с радиально-осевыми турбинами расположено у правого берега и соединено с рекой коротким каналом.

Установленная мощность гидроэлектростанции 2 млн. кВт, среднемноголетняя выработка электроэнергии 9 млрд. кВт-ч.

Водохранилище Олекминской ГЭС с площадью зеркала около 25,5 тыс. га не затрагивает объектов народного хозяйства, населенных пунктов и месторождений полезных ископаемых. Запасы товарной древесины в зоне водохранилища оцениваются в 660 тыс. м³. Стоимость организации водохранилища составит ориентировочно 10 млн. руб.

Для возведения основных сооружений Олекминского гидроузла необходимо выполнить около 20 млн. м³ выемок скальных и рыхлых грунтов, находящихся в мерзлом состоянии, 42 млн. м³ насыпи и наброски, 2,2 млн. м³ туннельной выломки, уложить 1,1 млн. м³ железобетона.

К строительной площадке потребуется построить автомобильную дорогу протяженностью около 250 км от трассы Байкало-Амурской магистрали. В течение трех летних месяцев возможна также доставка части грузов водным транспортом на баржах с осадкой 1 — 1,5 м по Лене и Олекме.

Продолжительность строительства оценивается в 11 лет (включая подготовительный период). Пуск первых агрегатов на пониженном напоре возможен через 6—7 лет после начала строительства.

Сооружение Олекминской ГЭС создаст благоприятные предпосылки для строительства проектируемой ниже по течению Кирестээхской ГЭС мощностью 400 МВт с выработкой электроэнергии 1,8 млрд. кВт-ч в средний по водности год. Будучи расположена ближе к устью реки, Кирестээхская ГЭС более доступна для водного транспорта.

Таким образом, имеется возможность создать достаточно крупный гидроэнергетический узел с зарегулированной энергоотдачей около 12 млрд. кВт-ч в год на расстоянии 250—400 км от потребителей Южно-Якутского территориально-промышленного комплекса.

Удельные капиталовложения на строительство гидроэлектростанций Олекминского каскада ожидаются около 1000 руб/кВт и 20 коп на 1 кВт-ч выработки электроэнергии.

12. Гидроэлектростанции в бассейне р. Алдана

От истоков Алдана до устья его крупнейшего притока Учюра наиболее целесообразно размещение трех гидроузлов: Томмотского (с выработкой электроэнергии 3,2 млрд. кВт-ч), Угунского (3,1 млрд. кВт-ч) и Чагдинского (2,3 млрд. кВт-ч). При этом Томмотский гидроузел с водохранилищем полезной емкостью 10,25 км³ (65% объема годового стока) являлся бы регулирующим в каскаде.

Чагдинская и Угунская ГЭС, водохранилища которых обладают незначительной полезной емкостью (соответственно 1,4 и 0,9 км³), могут представить интерес только при работе на зарегулированном стоке. Однако регулирующее Томмотское водохранилище затронет уже разведанные месторождения полезных ископаемых. Определенные на основе проектных проработок удельные капиталовложения по Томмотской ГЭС превосходят 1000 руб/кВт и 30 коп/(кВт-ч). Поэтому использование ресурсов этого участка реки может быть целесообразно только в отдаленной перспективе. Такого же порядка удельные капиталовложения при строительстве каскада гидроэлектростанций на р. Тимитон, где можно получить каскад из трех гидроэлектростанций (Чульманская, Иджекская и Нижне-Тимптонская) с общей выработкой электроэнергии 9,2 млрд. кВт-ч.

Значительный интерес может представить освоение концентрированных гидроэнергетических ресурсов Учюра, где наибольший интерес представляет крупная Средне-Учурская ГЭС мощностью 3,2 млн. кВт, со среднемноголетней выработкой электроэнергии 14,5 млрд. кВт-ч. На зарегулированном стоке возможно сооружение следующей ступени каскада Нижне-Учурской ГЭС мощностью 820 МВт при выработке энергии 3,7 млрд. кВт-ч (рис. 20).

Створ подпорных сооружений Средне-Учурской ГЭС предполагается ниже устья р. Гыным. В районе намечаемого створа плотины русло реки имеет ширину около 250 м, ширина долины на отметке НПУ (180 м выше уреза) около 1000 м.

Коренные породы на участке створа представлены прочными гнейсами, гранитами и амфиболитами. Мощность аллювиальных и делювиальных отложений незна-

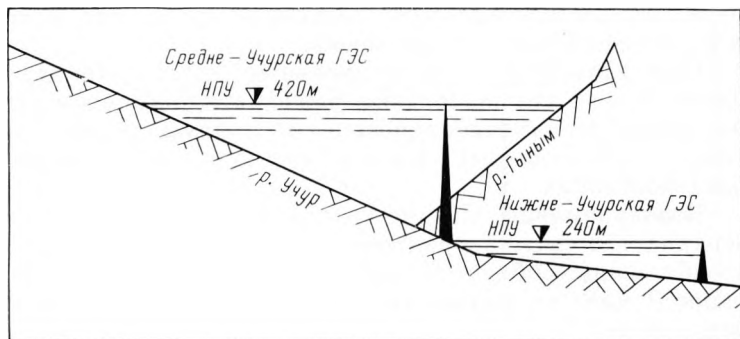


Рис. 20. Схема каскада ГЭС на р. Учур.

чительная. Все породы (кроме подруслового талика) находятся в многолетнемерзлом состоянии. Район относится к 5—6-балльной зоне сейсмичности.

В составе сооружений Средне-Учурского гидроузла предусматривается бетонная гравитационная плотина высотой 200 м, объемом около 7,5 млн. м³, включающая станционную, водосливную и глухие береговые части. Длина станционной части плотины 150 м, водосливной 200 м.

Максимальный сбросной расход через водосливную плотину для паводка обеспеченностью 0,01% (с учетом трансформации стока при форсировке уровня водохранилища на 12 м) равен 20 000 м³/с; при этом расход воды в размере 2200 м³/с пропускается через турбины.

Гашение энергии сбрасываемого потока может осуществляться в водобойном колодце (по аналогии с Саяно-Шушенской ГЭС) либо с отбросом струи носком-трамплином.

Плотина Средне-Учурской ГЭС образует водохранилище полной емкостью 70,3 км³ и полезной 29,3 км³, 6—676

что обеспечивает возможность регулирования стока реки в многолетнем разрезе.

За станционной частью плотины предусматривается возвести здание гидроэлектростанции с 6 агрегатами мощностью 540 МВт с турбинами радиально-осевого типа. Учитывая прогресс в энергомашиностроении возможна установка в будущем более крупных гидроагрегатов.

Пропуск расхода в период строительства плотины будет осуществляться через несколько ярусов отверстий в водосливной части сооружения.

При дальнейшем проектировании будут рассматриваться также компоновочные решения с массивно-контрфорсной и каменнонабросной плотинами, подземным (или полуподземным) расположением здания гидроэлектростанции.

Водохранилище Средне-Учурской ГЭС с площадью зеркала 113 тыс. га практически не затронет народнохозяйственных объектов. Объем лесосводки составит около 3 млн. м³, количество переселяемого населения всего 80 чел.

Для строительства Учурских ГЭС потребуются построить автомобильную дооогу от пос. Томмот, расположенного на трассе Амуро-Якутской магистрали, до района створа. Дальность автомобильной возки грузов от станции Беркакит на «Малом БАМе» составит около 500 км. Возможна также сезонная доставка части грузов водным путем — от Усть-Кута вниз по Лене и вверх по Алдану до пос. Чагда близ устья Учуря.

Строительство Средне-Учурского гидроузла продлится (включая четырехлетний подготовительный период) 10—12 лет. Благодаря сооружению промышленной базы и транспортных коммуникаций одновременно будут созданы предпосылки для относительно быстрого возведения второй ступени каскада Нижне-Учурской ГЭС с бетонной плотиной напором около 50 м. Объем бетона по Нижне-Учурскому гидроузлу составит ориентировочно 1,6 млн. м³.

13. Гидроэлектростанции в бассейне р. Амура

Освоение гидроэнергетических ресурсов в зоне Байкало-Амурской магистрали наиболее продвинулись в районах Дальнего Востока, где заканчивается строи-

тельство Зейской и развернуто сооружение Бурейской гидроэлектростанций (см. гл. 3).

На спаде строительных работ по Бурейскому гидроузлу целесообразно приступить к сооружению Нижне-Бурейской (Долдыканской) ГЭС на р. Бурее, створ которой намечается ниже по течению реки, в непосредственной близости от г. Ново-Бурейска (рис. 21).

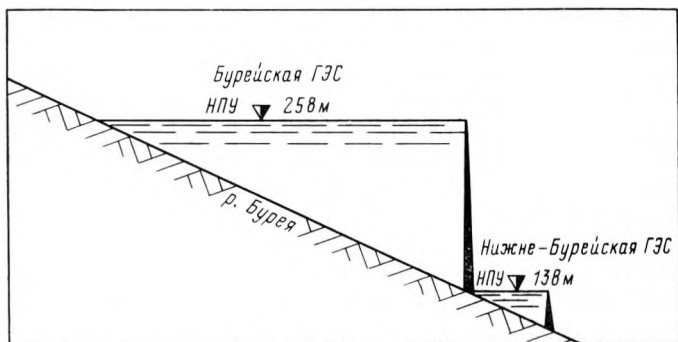


Рис. 21. Схема каскада ГЭС на р. Бурее.

Нижне-Бурейский гидроузел предназначен для выравнивания суточных расходов воды и должен резко снизить колебаний уровня в р. Бурее, вызванные суточным регулированием мощности вышерасположенной гидроэлектростанции.

Река Бурей в районе створа подпорных сооружений протекает по долине, ширина которой на отметке уреза воды достигает 500—600 м, а на уровне подпорной отметки (26 м над урезом) 700 м.

Коренные породы представлены гранитами и гранодиоритами. Они прикрыты делювиальным суглинисто-супесчаным плащом мощностью до 10 м. В пределах русла расположены песчано-гравийные отложения мощностью до 10 м.

Грунты в районе строительной площадки находятся в талом состоянии.

В составе сооружений гидроэлектростанции предусматривается земляная насыпная плотина максимальной высотой 35 м и длиной по гребню 390 м. Земляная плотина отделяется от бетонного водосливного сооружения

подпорной стенкой длиной около 220 м. Водосливная плотина запроектирована пустотелой с четырьмя пролетами, разделенными быками.

На водосливе предполагается установить сегментные затворы пролетом по 20 м на напор 14 м с индивидуальным приводом. Общая длина водослива по гребню (включая сопрягающие сооружения) 135 м. В нижнем бьефе предусмотрено устройство водобойной плиты с зубьями-гасителями. К водосливной плотине примыкает здание гидроэлектростанции, в котором устанавливаются 3 вертикальных агрегата с поворотно-лопастными турбинами диаметром 9,2 м; мощность каждого агрегата 127 МВт. Длина здания гидроэлектростанции с монтажной площадкой составляет 87 м. Напорный фронт сооружений замыкается глухой бетонной плотиной длиной 105 м.

Средний расход воды в створе гидроузла 915 м³/с, максимальный (с учетом перерегулирования паводка обеспеченностью 0,01% в вышерасположенном водохранилище Бурейской ГЭС) 12 800 м³/с. Из этого расхода 11 тыс. м³/с пропускается через водосливную плотину, остальная часть через турбины.

Водохранилище Нижне-Бурейской ГЭС относительно невелико (13 тыс. га), однако затапливает около 7 тыс. га сельскохозяйственных угодий, потребует переселения 900 чел. Стоимость организации водохранилища оценивается суммой в 20 млн. руб.

Строительство Нижне-Бурейской ГЭС не представит особых трудностей. К площадке уже в настоящее время подведена железнодорожная ветка.

Объемы строительных работ по гидроузлу незначительны: около 1 млн. м³ выемки, 1,8 млн. м³ насыпи и наброски, 350 тыс. м³ бетона.

Мощность гидроэлектростанции принята равной 380 МВт при среднемноголетней выработке электроэнергии около 1,5 млрд. кВт-ч.

Удельные капиталовложения на строительство Нижне-Бурейской ГЭС составят ориентировочно 400 руб/кВт и около 10 коп на 1 кВт-ч выработки энергии.

Относительно небольшая по мощности и выработке электроэнергии Дагмарская ГЭС на р. Селемдже (мощность 250 МВт и выработка 1,5 млрд. кВт-ч) может представить интерес как перспективный объем в связи с комплексным значением гидроузла, обеспечивающим воз-

возможность вовлечения в хозяйственный оборот около 60 тыс. га плодородных земель.

Так, в нижнем течении р. Зеи (пос. Малая Сазанка) достигается значительный эффект по снижению расходов и уровней воды (табл. 9).

Створ Дагмарской ГЭС намечается в 120 км от Байкало-Амурской магистрали в непосредственной близости от существующей автомобильной дороги.

Таблица 9

Обеспеченность, %	В естественных условиях		После строительства			
			Зейского гидроузла		Зейского и Дагмарского гидроузлов	
	расходы, м ³ /с	уровни, м	расходы, м ³ /с	уровни, м	расходы, м ³ /с	уровни, м
1	23 200	146,6	17 000	145,45	12 500	144,3
25	12 800	144,4	9000	143,1	7000	142,25

Река протекает здесь в довольно широкой долине с крутым, скалистым правым и очень пологим левым берегом. Ширина поймы составляет около 600 м, ширина долины на отметке НПУ (при подпоре на 43 м) достигает 1500 м.

Коренные породы в районе створа представлены прочными роговообманковыми диоритами. На левом берегу и в пределах левой части русла они покрыты делювиальными и аллювиальными отложениями, мощность которых местами достигает 25—30 м.

Средний расход воды в створе Дагмарской ГЭС равен 581 м³/с. При подпоре в 43 м образуется водохранилище полной емкостью 28,5 км³ и полезным объемом 19 км³, способное осуществить многолетнее регулирование стока и срезку экстремальных паводков.

К глухой земляной плотине примыкает со стороны левого берега бетонная гравитационная плотина облегченной конструкции с двумя водосливными пролетами 20X10 м. Максимальный сбросной расход через плотину (с учетом аккумуляции в водохранилище и пропуска 1000 м³/с через турбины гидроэлектростанции) составляет 3700 м³/с. Гашение энергии сбрасываемого потока осуществляется в водобойном колодце.

Рядом с водосливной плотиной на террасе левого берега располагается здание гидроэлектростанции с двумя

агрегатами, оборудованными поворотными лопастными турбинами мощностью 125 МВт каждая. Протяженность здания по фронту 75 м.

Левобережное примыкание сооружений предполагается решить в виде насыпной плотины, по конструкции аналогичной русловой.

Протяженность береговой земляной плотины (включая участок низконапорной дамбы длиной 270 м) около 565 м.

Объемы работ по строительству основных сооружений Дагмарского гидроузла невелики и составляют по выемке 2,1 млн. м³, насыпи грунта и наброске 4,3 млн. м³, укладке бетона 510 тыс. м³.

Несмотря на небольшой напор, Дагмарская ГЭС образует водохранилище с площадью зеркала 155 тыс. га, которое затопливает 9,4 тыс. га сельскохозяйственных земель. Для организации водохранилища потребуется выполнить 5,2 млн. м³ лесосводки, осуществить переселение около 3500 чел. Затраты на эти мероприятия оцениваются в сумме около 100 млн. руб.

Полученные на основании схемных проработок технико-экономические показатели гидроузла — примерно 600 руб/кВт и около 10 коп/(кВт·ч) можно считать приемлемыми.

Продолжительность строительства объекта, включая подготовительный период, составит 6—7 лет.

Заключение

Продолжавшееся в течение длительного периода планомерное изучение гидроэнергетических ресурсов и их распределения в зоне, тяготеющей к Байкало-Амурской магистрали, убедительно доказало их значительные размеры и высокую концентрацию. Одновременно оно подтвердило возможность использования этих ресурсов на мощных, эффективных гидроэлектростанциях.

Магистраль пересекают крупные реки, богатые энергетическими ресурсами. Уже в настоящее время построены мосты через Лену и Киренгу, трасса подходит к Олекме и в недалеком будущем сожмется в районе Витима. «Малый Бам» вышел в район Чульмана, вплотную приблизился к концентрированным энергетическим ресурсам среднего течения р. Олекмы и бассейна р. Алдана.

Таким образом, преодолевается одна из главных трудностей освоения гидроэнергетических ресурсов в зоне БАМа — труднодоступность строительных площадок.

В статье «Курс на эффективность — важнейшее звено экономической политики партии»¹, председатель Совета Министров СССР А. Н. Косыгин, рассматривая вопрос о дальнейшем совершенствовании топливно-энергетического комплекса и улучшении использования энергетических ресурсов, указывает, что «дальнейшее развитие гидроэнергетики следует предусмотреть в масштабах, обеспечивающих практически полное использование к 2000 г. экономически доступного гидроэнергетического потенциала страны»...

Это высказывание имеет непосредственное отношение к гидроэнергетическим ресурсам в зоне БАМа.

Уже в настоящее время здесь ведется интенсивное строительство гидроузлов комплексного назначения, включающих мощные гидроэлектростанции. Завершается сооружение Зейской ГЭС, развернуты работы на площадке Бурейской ГЭС. Одновременно идет широкое освоение минеральных и лесных ресурсов. Как отметил Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнев во время своей встречи со строителями БАМа 4 апреля 1978 г.— «Пройдет немного времени и в этих краях трудом человека будут созданы новые промышленные комплексы. БАМ поможет полнее использовать богатейшую кладовую недр этого района, по-новому решить вопрос развития производительных сил. Это программа большого государственного значения».

Дальнейшее освоение эффективных гидроэнергетических ресурсов в зоне экономического влияния Байкало-Амурской магистрали будет способствовать претворению в жизнь этих больших задач.

¹ «Плановое хозяйство», 11979, № 7.

Список литературы

1. **Материалы XXV** съезда КПСС. — М.: Политиздат, 1976.
2. **Поездка** Леонида Ильича Брежнева по Сибири и Дальнему Востоку. Март—апрель 1978 г. — М.: Политиздат, 1978 г.
3. **Байкало-Амурская** магистраль. Вопросы географии, 1977, № 105.
4. **Боярский В. М., Григорьев Ю. А., Телешев В. И.** Бурейский гидрозел на р. Бурея. — Гидротехническое строительство, 1977, № 1, с. 14—18.
5. **Водные** ресурсы рек зоны БАМ/ Под ред. **А. И.** Чеботарева, Б. М. Доброумова. — Л.: Гидрометеиздат, 1977.
6. **Геологические** и сейсмические условия района БАМ/ Под ред. Н. Ф. Лещикова и др.— Новосибирск: Наука, 1978 (СО АН СССР).
7. **Гидроэнергетика** и комплексное использование водных ресурсов СССР/ Под ред. П. С. Непорожного.—М.: Энергия, 1970.
8. **Гладышев А. Н., Логинов В. П.** Развитие экономики Сибири и Дальнего Востока. — Вопросы экономики, 1978, № 9, с. 24—34.
9. **Жимерин Д. Г.** Проблемы развития энергетики. — М.: Энергия, 1978.
10. **Непорожный П. С.** Гидроэнергетика Сибири и Дальнего Востока. — М.: Энергия, 1979.
11. **Новые** территориальные комплексы СССР. — М.: Мысль, 1977.
12. **Природные** условия и охрана окружающей среды в зоне БАМ/ Под ред. В. В. Воробьева. — Иркутск: Наука, 1977 (СО АН СССР).
13. **Основные** сооружения Зейской ГЭС/ В. И. Телешев, В. Н. Вагнер, Ю. А. Григорьев и др. — Гидротехническое строительство, 1974, № 12, с. 15—18.
14. **Особенности** геологического строения и полезные ископаемые территории, прилегающей к трассе БАМ. — Труды ВСЕГЕИ, т. 302, 1978.
15. **Соболев Ю. А.** Экономическое освоение зоны БАМ.— Вопросы экономики, 1978, № 9, с. 35—43.
16. **Телешев В. И. и Семенов Н. Г.** Гидроэлектростанция на р. Мамакане. — Гидротехническое строительство, 1968, № 5, с. 1—4.
17. **Энергетические** ресурсы СССР. Гидроэнергетические ресурсы. Кн. 2/ (А. Б. Авакян, В. А. Баранов, Л. Б. Бернштейн и др.) — М.: Наука, 1967.
18. **Ярош В. Ф.** Схема комплексного использования водных ресурсов р. Лены. — Гидротехническое строительство, 1966 № 1 с. 1—8.

Оглавление

Предисловие.....	
Введение.....	
Глава первая. Краткая характеристика природных условий районов зоны Байкало-Амурской магистрали	
1. Орографическое строение. Климат и реки	
2. Экологические условия. Вопросы охраны окружающей среды.....	
Глава вторая. Экономическое развитие зоны Байкало-Амурской магистрали.....	
3. Минеральные и лесосырьевые ресурсы.....	24
4. Топливо-энергетические ресурсы.....	30
Глава третья. Действующие и строящиеся гидроэлектростанции в зоне влияния Байкало-Амурской магистрали	38
5. Мамаканская ГЭС.....	38
6. Зейская ГЭС.....	43
7. Бурейская ГЭС.....	48
8. Особенности проектирования и строительства гидроузлов в зоне Байкало-Амурской магистрали	52
Глава четвертая. Проектируемые гидроэлектростанции в зоне Байкало-Амурской магистрали.....	57
9. Гидроэлектростанции на реках Лене и Киренге	57
10. Гидроэлектростанции в бассейне р. Витима	65
11. Каскад гидроэлектростанций на р. Олекме	77
12. Гидроэлектростанции в бассейне р. Алдана	80
13. Гидроэлектростанции в бассейне р. Амура	82
Заключение.....	86
Список литературы	88

25 к.

„ ЭНЕРГИЯ “