

Проф. В. М. МАЛЫШЕВ

ПРОБЛЕМА АНГАРЫ



ВОСТОЧНОСИБИРСКОЕ КРАЕВОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1935

Проф. В. М. МАЛЫШЕВ

**ГИПОТЕЗА РЕШЕНИЯ
АНГАРСКОЙ
ПРОБЛЕМЫ**



МОСКВА — ИРКУТСК
1935

ПРЕДИСЛОВИЕ

Успехи нашей страны, достигнутые под руководством партии и мудрого вождя тов. Сталина в осуществлении плана второй пятилетки, позволяют думать, что за пределами второго пятилетия, опираясь на новую техническую базу и невиданные преимущества и возможности, которые таит в себе социалистическая система хозяйства, страна будет решать еще более грандиозные технические и экономические проблемы.

Одной из таких проблем, которая выдвигается к осуществлению как проблема Союзного значения, является проблема Ангары. Проблема использования исключительных по масштабам и качеству источников дешевой энергии, для развития на них энергоемких новых видов производств, только что освоенных или осваиваемых современной техникой и необходимых для народного хозяйства Союза. Осуществление всего комплекса Ангары в чрезвычайно сложных естественных условиях и грандиозных, почти не имеющих себе равных, масштабов сооружений будет новым этапом технического прогресса нашей страны.

Однако, при постановке вопросов о проблеме Ангары, необходимо иметь в виду, что осуществление всей этой грандиозной задачи, так и ее частей потребует много времени, сил и средств от всей страны и, в первую очередь, от самого Восточносибирского края.

Успехи хозяйственного и культурного строительства, достигнутые краем в особенности, за последние два года, все более и более приближают сроки всесторонней подготовки края к началу строительства первой гидростанции Ангаростроя и потребителей ее энергии.

За истекшие пять лет со времени начала систематического изучения проблемы Ангары (1930 г.) проведена большая работа. Результаты этих работ позволяют: 1) наметить генеральную схему использования гидроэнергии Ангары в сочетании с огромными природными богатствами края, выявленными в значительной мере также за это время; 2) наметить первоочередной район к осуществлению этой проблемы и пути подступа края к решению этой Союзного значения проблемы.

Предлагаемая вниманию читателя работа главного инженера бюро Ангары Гидроэлектропроекта, профессора В. М. Малышева, суммируя результаты исследований по Ангаре, проведен-

ных как бюро Ангары, так и другими организациями, дает впервые полную увязанную гипотезу осуществления этой грандиозной по масштабу и замыслу проблемы.

В книге В. М. Малышева „Гипотеза решения Ангарской проблемы“ показана не только генеральная схема осуществления гидростроительства в бассейне р. Ангары, но и дано с возможной на данной стадии изучения вопроса полностью, комплексное решение этой проблемы.

Со времени подготовки к печати данной работы (1934 г.) практическая разработка вопроса о проблеме Ангары, на основе изысканий предыдущих лет и намеченной гипотезы, продолжалась и углублялась, особенно по первоочередному объекту Байкальской гидроэлектростанции и подступу к ней Иркутско-Черемховскому комплексу, начинаемому осуществляться на базе тепловой энергии. Освещение этого проводимого в текущем году этапа работы по Ангаре, уточняющего и конкретизирующего технико-экономическими расчетами отдельные положения решения первоочередных объектов Ангаростроя, будет дано в последующих выпусках трудов бюро по проблеме Ангары, в настоящем же первом выпуске дается общее освещение проблемы в целом.

Необходимо указать, что редакцией ОГИЗ'а в процессе издания этой книги внесены уточнения в некоторые итоговые данные, характеризующие Восточносибирский край и вытекающие из выделения части края во вновь образованный Красноярский край, выявившиеся уже после представления рукописи автором.

Н. Зилин.

ГЛАВА I

Место Ангары среди источников гидравлического тока в СССР

Гидравлическую станцию обычно рассматривают прежде всего, как источник энергии местной, используемой для нужд энергоснабжения промышленности, развивающейся в данном районе. Главная масса источников гидравлической энергии именно к этой категории и должна быть отнесена.

При благоприятных геологических, гидрологических и топографических условиях удельная стоимость гидроэлектрической установки оказывается не выше, а иногда и ниже тепловой электрической станции.

При больших концентрациях энергии в такой точке себестоимость гидравлического тока может получиться весьма низкой.

Такие источники гидравлической энергии приобретают значение уже не местное, а общегосударственное, так как другие виды энергии не могут равняться по стоимости с таким гидравлическим током. Подобные источники гидравлической энергии могут и должны привлекать к себе те производства, которые потребляют электрический ток в больших размерах, потому что только источники очень дешевого тока позволяют рационально ставить на них энергоемкие производства, которые, на современном уровне развития техники, занимают ведущие отрасли индустрии.

Для классификации гидравлической энергии по этим двум основным ее видам никакого общепринятого критерия не существует. Поэтому приходится пользоваться условным критерием, сопоставляя себестоимости гидравлического тока и теплового тока, который может быть получен повсеместно. В оптимальных условиях, при современных формах использования тепловой

энергии, для сверхмощных центральных можно считать лимитом себестоимости около 1 коп. за *квч* теплового тока. На себестоимости в 1 коп. за *квч* мы и остановимся как на условном критерии. При этом, сопоставляя стоимость гидравлического тока со стоимостью теплового, мы неизбежно должны пока учитывать в установленном размере $\frac{1}{1000}$ отчисления на вложенный капитал, ибо иначе мы оперировали бы с несравнимыми цифрами.

Под этим углом зрения нами просмотрены все запасы гидроэнергии в СССР по данным учета их на конец 1932 г. Имеющиеся данные охватывают почти всю территорию СССР, за исключением Якутии и ДВК, которые еще недостаточно изучены, но объективная местная обстановка, главным образом неравномерность речного режима, вызванная суровыми зимами и влиянием вечной мерзлоты, распространенными в ДВК и Якутской АССР, заставляют считать что вряд ли мы можем там найти большие массы дешевого тока.

При этом оказалось следующее:

На территории Европейской части Союза. В центральных районах дешевая энергия может быть получена лишь от Днепростроя. Общая отдача Днепростроя оценивается около 2,5 миллиардов *квч*. Но вся эта отдача относится к первичной постоянно обеспеченной энергии, последняя составляет около 1,5 миллиардов *квч*, но поскольку в условиях Днепра сезонная энергия получается чрезвычайно дешево и может быть пополнена тепловой, смешанная энергия также может относиться к ряду дешевой.

На Северном Кавказе благоприятные показания имеются в данное время по двум рекам—Сулаку и Тереку. На р. Сулак можно получить мощность в 380 тыс. *квт* на 4 установках с общей отдачей такого тока 3.340 млн. *квч* себестоимостью около 0,9 коп. По предварительно разработанной схеме использования р. Терек на двух установках на этой реке считается возможным получить мощность в 180 тыс. *квт*, с отдачей около 850 млн. *квч* себестоимостью около 0,6 коп.

Остальные источники как Северного Кавказа, так и Закавказья, вызывают сомнения в возможности получить от них энергию по цене ниже копейки за *квч*. По предварительным проектным данным энергия реки Занга предполагалась дешевой, но по последним данным себестоимость этой энергии считается в 1,1 коп. за *квч*, т.е. находится за гранью выбранного критерия.

В Мурманском крае на трех установках на р. Ниве и на реке Ковде, суммарной мощностью в 200 тыс. *квт*, можно получить около 1,260 млн. *квч* дешевого тока, себестоимостью от 0,7 до 0,9 коп. за *квч*. Этим и ограничиваются запасы дешевой энергии по Европейской части СССР. Ни одна из других станций на реках Европейской части Союза, в том числе и Волжские, несмотря на комплексное водопользование, не сможет дать первичной энергии себестоимостью ниже 1 копейки за *квч*. Суммарно в пределах Европейской части СССР мы, таким образом, можем получить на 10 упомянутых станциях около 8 млрд. *квч*

дешевой энергии, при установленной мощности 1.200 тыс. *квт*. Эта цифра, может быть подвергнется уточнению, но порядок ее останется неизменным.

Остальные источники дешевого тока находятся в Советской Азии. В Средней Азии дешевая энергия может быть получена от использования рек Чирчик, Нарын и Чу; на 12 установках на этих реках предполагается получить 2.320 тыс. *квт* с суммарной отдачей около 14 млрд. *квч*, с ценою тока от 0,5 до 0,7 коп. за *квч*.

Проектировкой из этих источников охвачена пока только река Чирчик в известной части, и поэтому оценка остальных станций является предварительной; таким образом, показания здесь могут несколько измениться.

Продвигаясь дальше на Восток, имеем в *Казахстане* на р. Иртыше возможность постройки 6 станций, общей мощностью 2.550 тыс. *квт* с суммарной отдачей 15.300 млн. *квч*, с себестоимостью тока от 0,5 до 0,8 к. Проблема использования энергии Иртыша находится в стадии изучения, но наличие в системе Иртыша оз. Зайсана с большой регулирующей способностью и геологическая характеристика района позволяют считать, что цифры эти правдоподобны и могут быть выдержаны.

Наконец дальше на Востоке в Восточной Сибири (Восточно-сибирском и Красноярском краях) реки Енисей и Ангара представляют исключительные по масштабу и дешевизне источники тока. Река Енисей вместе с системами его притоков—Абакана и Тубына на 7 установках может дать до 8400 тыс. *квт* дешевой энергии с суммарной отдачей 45 млрд. *квч*. Себестоимостью ориентировочно от 0,3—0,7 к. за *квч*.

Река Ангара, вместе с двумя ее притоками, на 9 установках дают 10750 тыс. *квт* дешевого тока с общей отдачей в 173 млрд. *квч* по цене от 0,3 до 0,6 к. за *квч*. Ниже мы даем обоснование этих цифр. Таким образом, из общего итога в 25.550 тыс. *квт*. 19150 тыс. *квт* (75,5% дешевого тока) приходится на долю Восточной Сибири, т.е. на Ангару и Енисей с их притоками (см. карту источников дешевого тока). За недостаточностью данных, мы сейчас лишены возможности учесть запасы гидроэнергии рек: Лены, Витима, Киренги, Верхней Ангары, Баргузина и др., где благодаря порожистому характеру большинства этих рек, достаточной водоносности и озерному характеру строения их долин, можно ожидать также крупных масс дешевого тока, из которого значительное количество подойдет под принятый выше критерий исключительно дешевой энергии. Это еще больше увеличивает удельный вес Восточной Сибири в общесоюзном балансе дешевой энергии.

Приведенные данные сведены в таблице № 1. (См. табл. на стр. 6).

Восточная Сибирь таким образом, представляет исключительный интерес для развития в ней энергоемких отраслей производства и с этой точки зрения должна рассматриваться, как один из основных индустриальных районов ближайшего будущего СССР.

Таблица 1

№№ по пор.	Районы СССР	Источники энергии	Число установок	Общая установ. мощность тыс. квт.	Отдача в млрд. квч	Себестоимость квч в кол.	Запасы энергии по районам в % от общ. запасов
1	Украина	Река Днепр . .	1	560	2,50	0,7	1,0
2	Сев. Кавказ	„ Сулак	4	380	3,34	0,7—0,9	
	„	„ Терек	2	180	0,85	0,6	2,7
3	Сев. край	„ Нива и Ковда	3	200	1,26	0,7—0,9	0,8
4	Ср. Азия	„ Чирчик	9	1300	7,90	0,5—0,7	9,3
5	Казакстан	„ Нарын и Чу	3	1050	6,30	0,5—0,7	
		„ Иртыш	6	2650	15,30	0,5—0,8	10,0
6	Восточная Сибирь (Восточносибирский и Красноярский края).	„ Ангара	9	10750	73,20	0,3—0,6	42,5
		„ Енисей	7	8400	45,00	0,3—0,9	33,0
			46	23550	157,15	0,2—0,9	100,0

Генеральный план электрификации, разрабатываемый Госпланом СССР, предусматривает общесоюзное потребление электроэнергии к моменту его реализации 250—300 млрд. квч. Из этого количества необходимо будет иметь до 20% дешевого тока, для нужд ведущих энергоемких отраслей индустрии. Освоение значительных масс энергии Ангары и Енисея станет к этому моменту неизбежным, т. к. другие районы СССР, даже при полном охвате использованием их источников дешевой энергии, что вряд ли осуществимо, не покроют союзной потребности в качественной электроэнергии. Поэтому подготовка района Ангары является актуальной задачей настоящего момента, т. к. гидростанция гигантской мощности, в совершенно новых для нашего строительства условиях Восточной Сибири, потребуют для своего сооружения решения многочисленных и часто сложных отдельных проблем, в которых нужно быть своевременно и достаточно подготовленными к началу строительства.

ГЛАВА II

Краткие сведения о работах по изучению Ангарской проблемы

Первой серьезной работой по изучению р. Ангары явилась работа б. министерства путей сообщения в 1887—1890 г., под руководством инж. Чернцова, давшая рекогносцировочное освещение всего протяжения Ангары (план в м. 1/250.000) и более детальные данные по отдельным отрезкам порожистого и нижнего течения реки. Работа велась для проекта приспособления всего протяжения Ангары к судоходству, и по материалам ее были поставлены взрывные работы, уложены туерные цепи в порогах и устроено сложное и громоздкое приспособление для проводки судов вверх в обход наиболее трудного Падунского порога. Ценность этой работы в настоящее время почти утрачена, за исключением части водомерных наблюдений, освещающих конец прошлого столетия по одному из постов.

Следующая работа, проведенная также б. МПС, была выполнена в 1917 г., когда инж. Малышевым была проведена рекогносцировочная съемка участка Ангары от истока до устья притока Оки в м. 1/50.000 и инструментальная нивелировка участка реки выше г. Иркутска, а инж. Вельнером—рекогносцировка остального протяжения реки с барометрической нивелировкой всего хода. Тогда же были открыты на р. Ангаре две гидрометрические станции—Буретьская в верхнем участке реки и Рыбнинская—в нижнем, а также устроена сеть водомерных постов.

Первая из гидрометрических станций работала в течение 5 лет до 1922 г., вторая проработала лишь один сезон. Водомерные посты просуществовали до 1920 г.

На основе материалов 1917 г. инж. Вельнером, по заданиям комиссии ГОЭЛРО, была составлена в 1920 г. записка, обрисовывающая потенциальные запасы энергии р. Ангары¹.

В 1923 г. по заданиям треста „Ангарометалл“ американский инж. Веннет, случайно оказавшийся в г. Иркутске, составил план исследования района Ангарских порогов в целях их использования и дал свои подсчеты их мощности².

В 1924—25 г. при пересмотре плана ГОЭЛРО в Госплане СССР, по заданию последнего инж. Малышевым была составлена работа „Лено-Байкальская область и перспективы ее электрификации“, в которой были даны первые конкретные показатели, установившие общесоюзное значение запасов Ангарской энергии. Работы Госплана СССР по районированию и, в дальнейшем, — по разработке пятилетнего плана позволили наметить будущую роль Ангарской энергии в народно-хозяйственной политике на Востоке Союза (работы инж. Колосовского) и в пятилетний план были внесены ассигнования в 15—20 млн. руб. на комплексное изучение Ангарской проблемы в широком ее понимании (III том пятилетнего плана).

Первые средства на работы по исследованию Ангары Энергоцентр отпустил в 1926—27 г. в размере 10 тыс. руб. В 1927—28 г. ассигнования увеличились до 15 тыс. руб., в 1928—29 г. — до 50 тыс. руб. На эти кредиты (работы велись Энергостроем) были открыты водомерные и гидрометрические посты на Ангаре, а также сделана съемка района истока Ангары из Байкала, где по идее инженера Малышева намечалась первая из установок.

В 1929 г., работая над генпланом Сибири, Сибкрайплан столкнулся с полной неясностью вопроса о перспективах использования Ангарского тока для целей промышленности, т. е. работа Энергостроя в этом отношении ничего не давала. В январе 1930 г. Сибкрайисполком обратился к акад. И. Г. Александрову с просьбой разработать план комплексных исследований по проблеме использования запасов Ангарской энергии, в расчете на приступ к ним в 1930 г. с возможно высокими темпами, с целью подготовки первых объектов промышленного строительства Ангаростроя к началу второй пятилетки.

Генеральный план комплексных исследований был разработан к апрелю 1930 г. и в течение мая был обсужден и одобрен Госпланом СССР, в результате чего ВСНХ СССР отпустил в 1929—30 г. на работы по Ангарской проблеме 500 тыс. руб. взамен 200 тыс. руб., намеченных по контрольным цифрам. На эти средства в 1930 г. по Ангарской проблеме работало две организации — Ленинградское отделение Энергостроя и Гипровод, причем Энергоцентр предложил первой организации вести работы на самой реке Ангаре, а второй — обратить внимание на притоки Ангары и развернуть работы по комплексу.

¹ Материалы находятся в Госплане СССР и представляют в настоящее время главным образом исторический интерес.

² Материалы также находятся в Госплане СССР.

С апреля 1931 г. вся совокупность работы была объединена в учрежденном по Энергоцентру Управлении работ по изучению Ангарской проблемы, созданном на базе Ангарской ячейки Гипровода в Москве и отделения для производства полевых исследований в г. Иркутске.

Ассигнования на работы 1931 г. нарядом Энергоцентра от 20 мая 1931 года были установлены в сумме 1 900 тыс. руб. В августе 1931 г. приказом Энергоцентра Управление было влито в состав Треста Гидроэлектрострой в качестве бюро Главного инженера по проблеме р. Ангары, с сохранением в ведении этого бюро исследовательского отделения в г. Иркутске. В дальнейшем было установлено непосредственное подчинение Восточносибирского отделения Гидроэлектрострою (ныне преобразованному в Гидроэлектропроект).

В январе 1932 г., в целях наилучшей увязки проработок, ведущихся Гидроэлектростроем по двум соседним рекам Ангаре и Енисею, Правление Гидроэлектростроя объединило генеральное руководство всеми работами, ведущимися по этим рекам, в лице главного инженера Ангаро-Енисейской проблемы, оставив непосредственное руководство по работам на р. Енисее за главным инженером бюро Енисея, созданного в составе Ленинградского отделения Гидроэлектростроя. В мае 1932 г. бюро Енисея преобразовано в Ленинградский филиал бюро Ангаро-Енисейской проблемы, с передачей в его ведение работ, ведущихся в Ленинграде по обеим частям проблемы.

Таким образом, в течение работы по изучению Ангарской проблемы по комплексному методу имело место почти непрерывное изменение организационной структуры.

По плану 1932 г. на работы по Ангаро-Енисейской проблеме было ассигновано около 3 000 тыс. руб., причем на работы по р. Ангаре и по задачам комплекса было назначено 2 300 тыс. руб., а на работы по р. Енисею — 700 тыс. руб.

Работы по исследованию р. Енисея в энергетическом отношении начаты лишь с 1931 г. и поэтому отстали по изучению от работ по р. Ангаре. В связи с этим в настоящее время гипотеза составлена лишь по р. Ангаре, по р. Енисею же дается только предварительное размещение бьефов. Полной увязанности схем использования обеих артерий пока нет и настоящая работа затрагивает р. Енисей, лишь чтобы показать народно-хозяйственные связи между обеими схемами.

Из материалов исследований по Ангаре, выполненных ранее 1930 г., для дальнейшего могли быть использованы частично водомерные и гидрометрические наблюдения и съемка района истока Ангары 1929 г., а также съемка с продольной нивелировкой низового участка р. Ангары от с. Богучаны до устья (300 км), исполненная местным органом НКВода в 1929 г. Остальные материалы потеряли свою ценность. В области комплекса, благодаря полной почти неизученности края, работы пришлось начинать с чистого места.

При слабой предварительной освещенности проблемы, генеральный план комплексных исследований был построен на следующих принципах.

Основным и ведущим всю работу звеном должны являться работы по гидроэнергии. Вместе с тем, для выявления перспектив ее потребления, необходимо осветить производственную потенцию края и отобразить те энергоемкие отрасли производства, которые целесообразно, в интересах союзной промышленности и в больших масштабах, ставить на Ангарской энергии.

Для этих производств нужно подыскивать сырьевую базу, и исследовать технологические формы использования местного сырья. Далее необходимо наметить основные идеи по генеральной схеме развития транспорта. Для обслуживания будущих производств кадрами, при малой населенности района, неизбежно встанет проблема промышленной, а вместе с тем и сельскохозяйственной колонизации, в связи с чем необходимо затронуть проблему сельского хозяйства. Наконец, само строительство ставит вопрос о необходимости развития подсобных для него производств.

Считаясь с необходимостью постепенной подготовки края к крупнейшим масштабам будущей индустриализации, генеральный план предвидел также более интенсивную работу по объектам, которые можно было наметить для первоочередного строительства, на базе которого можно было бы поднять последующие гигантские стройки. Это заставило с самого начала работ (1930 г.) поставить вопрос о Черемховском промкомбинате на базе тепловой энергии, который в настоящее время частично уже начат постройкой.

Поэтому, генеральный план исследовательских работ Ангаростроя обнимает собою, кроме гидроэнергетических исследований, также изучение как запасов, так и перспектив использования полезных ископаемых и лесных массивов, вопросов железнодорожного и водного транспорта, перспектив сельского хозяйства, а также проблем отдельных районов.

Задача изучения комплекса требовала организации работ по всем основным отраслям народного хозяйства. При этом представлялось необходимым принять такую систему работы, чтобы, не беря ее, вести работу специальных отраслевых органов и не сбивая ее, вести их за собою в вопросах, имеющих большое значение для Ангары.

Это можно было обеспечить наличием в плане работ по изучению проблемы Ангаростроя некоторых ассигнований на дотацию соответственным отраслевым планам для исполнения специальных заданий Ангаростроя, причем последние подбирались так, чтобы по уяснению их значения для соответственных отраслей, дальнейшая работа могла вестись непосредственно заинтересованным ведомством.

ГЛАВА III

Общая характеристика района

В таком обширном районе, как часть Восточной Сибири, вызываемая к интенсивной жизни осуществлением проектировок по Ангарской проблеме, в наше время каждый день может дать новые открытия, часто совершенно меняющие прежние о нем представления. В прошлом дикий таежный край, имевший значение в народном хозяйстве страны главным образом по золоту и пушнине и поэтому совершенно не интересовавший исследователей в отношении запасов промышленного сырья, Восточносибирский край, интенсивно изучаемый совсем в иных, новых для него направлениях, в связи с Ангарской проблемой, приобретает совсем иное лицо. Поэтому данные, характеризующие край, очень быстро могут становиться устаревшими, несмотря на их кажущуюся свежесть, и для Вост. Сибири, как края исключительно богатого, пожалуй скорее, чем для других районов Союза.

Характерным для края в целом является его центральное материковое положение, с одной стороны, и повышение над уровнем моря—с другой.

1. Орография и геология. Район Прибайкалья вместе с Забайкальем является основным горным массивом северного склона Азии, откуда берут свое начало главные речные системы этого склона—реки: Енисей с Ангарой, Лена и Амур.

Река Ангара берет начало из озера Байкал и впадает в Енисей в 2500 км от его устья. Восточные Саяны, ограничивающие бассейн Ангары с юга, имеют среднюю абсолютную высоту свыше 2000 м, причем отдельные вершины возвышаются до 2500 м. Главная вершина Восточных Саян, Мунку-Сардык, достигает высоты 3500 м над уровнем моря.

От основного хребта отделяется ряд отрогов высотой 1500—2000 м, разграничивающих бассейны левых притоков Ангары. Разбросанные внутри бассейнов хребты имеют значительно меньшие высоты, но влияют на характер пересекающих их рек, образуя на них водопады и пороги.

Вблизи южной оконечности Байкала основная цепь Саян делится на несколько направлений, из которых северо-восточное—Хамар-Дабанский хребет,—перерезаемое долиной р. Селенги, тянется вдоль южного берега Байкала и окаймляет систему притоков Байкальского озера.

Северный берег озера Байкал опоясан Байкальским хребтом, с северного склона которого берет начало река Лена. Байкальский хребет несколько ниже Хамар-Дабанского. В юго-западной своей части он переходит в еще более низкий Березовый хребет, который вместе с продолжающим его Илимским, служит водоразделом бассейнов Ангары и Лены. Абсолютная высота этого водораздела—800—900 м и хребты здесь не выражаются сколько-нибудь резко. В среднем, удаление этого водораздела от реки Ангары составляет около 100 км.

Левобережная часть ангарского бассейна по площади резко превышает правобережную. Основная цепь Восточных Саян понижается к северу как бы уступами. За наивысшей скалистой цепью тянется второй ряд с более мягкими очертаниями вершин, далее следует третий ряд меньшей высоты с вершинами, уже покрытыми лесом и т. д. Постепенно горный характер страны уступает место холмистому и далее переходит в плоскогорье, спускающееся к Ангаре. Горная и холмистая часть левобережья занимает площадь, лежащую в общем к югу от линии Сибирской железной дороги. Эта площадь орошается рядом притоков Ангары, из которых крупными являются реки: Иркут с площадью бассейна около 15.000 км², Китой—10.000 км², Белая—20.000 км², Ока с притоком Ией с общей площадью бассейна около 80.000 км² и Тасеева, составляющаяся слиянием рек Уды (Чуны) и Бирюсы (Оны), с общей площадью водосбора 120.000 км².

Из притоков, впадающих в Ангару с правого берега, единственным крупным является р. Илим, площадь бассейна которого составляет 25.000 км².

Площадь бассейна озера Байкал, вместе с питающими его системами рек: Селенги, Баргузина, Верхней Ангары и другими, более мелкими, составляет около 600.000 км². Самым крупным притоком Байкала является р. Селенга с площадью бассейна 450.000 км², большая часть которой находится в пределах Монгольской Народной республики. К началу Ангарских порогов приращение площади бассейна доходит до 200.000 км², и водосборная площадь Ангары выше порогов составляет таким образом около 800.000 км. Общая площадь бассейна р. Ангары достигает 1.128.000 кв. км.

На северном склоне Восточных Саян можно выделить два основных горных узла, с которых берут свое начало все основные водные артерии склона.

Западный узел, на границе Западных и Восточных Саян, дает начало растекающимся по трем направлениям рекам: Уде и Бирюсе, Кану с Агулом, Мане, Казыру и Кизыру, причем последние четыре впадают непосредственно в Енисей. Восточный узел дает начало рекам: Иркуту, Китую, Белой и Оке.

Лишь р. Ия, а также левые притоки верхней Оки, берут начало с второстепенных горных вершин, имея изолированные от других крупных рек истоки.

В отношении геологического строения бассейн р. Ангары, как впрочем и все другие районы Восточной Сибири, пока слишком мало изучен. Колоссальная территория пересечена лишь отдельными маршрутными ходами, далеко отстоящими друг от друга. Площадные геологические съемки, относящиеся почти полностью к последним годам, имеются лишь как отдельные вкрапления среди колоссальных белых пространств, в значительной части скучены около освоенных районов и почти не позволяют делать на их основе сколько-нибудь серьезные обобщения.

Схематический набросок геологии района дается в следующем виде¹.

Главная площадь Ангарского бассейна занята территорией т. н. „Средне-Сибирской платформы“, распространяющейся от предгорья Восточных Саян до берегов Ледовитого океана и от меридиана Енисея до берегов Лены. Территория платформы сложена породами палеозоя и мезозоя, залегающими в общем горизонтально прорванными интрузиями и эффузиями основных изверженных пород, носящих название „сибирских траппов“. С юга и юго-востока эта „платформа“ сжата кристаллической Саяно-Байкальской дугой.

Саянский кристаллический массив сложен основными и кислыми изверженными породами, сильно дислоцированными, имеющими сложную и неспокойную тектонику. По мнению академика В. А. Обручева, установившему на основе прежних данных исследований, это—западное крыло древнего темени Азии, по более поздним наблюдениям проф. М. М. Тетяева—зона молодой Альпийской складчатости. В последних сводках акад. В. А. Обручев отказался от докембрийского возраста Саян и считает их палеозойскими (каледонскими). Примыкающее к ним с востока Забайкалье имеет сложнейшее складчатое строение с широким развитием гранитных интрузий, почти полностью заменивших породы древнего палеозоя и мезозоя, пятна которого сохранились лишь кое-где. Надвиگی, сбросы, шарьяжи, молодые граниты, интенсивнейшая тектоника—характерные показатели геологии этого района.

Северный склон Байкала и соседняя с ним Лено-Витимская горная страна, еще меньше исследованы, но по имеющимся сведениям принадлежит к докембрийской (по Обручеву) или каледонской (по Тетяеву) складчатости.

¹ По В. В. Елистратову: Минеральные ресурсы В. Сибири в связи с шагами геолого-разведочных работ 1932 г.

С запада территория „Средне-Сибирской платформы“ ограничена Енисейским кряжем, идущим вдоль правого берега р. Енисей и пересекающим низовья Ангары—древним гранитным массивом, относимым в последнее время к эпохе гарцынской складчатости.

Бассейн Ангары представляет собою сейсмический район¹, имеющий свои местные очаги землетрясений, помимо того, что он переживает сильные отзвуки сотрясений, вызываемых соседними центрами, лежащими вне его пределов. Разрушительной силы землетрясения в Сибири вообще достигают редко, однако, и в старинных летописях встречаются указания на землетрясения (1700 г.—в Нерчинске, 1725—в Чите, 1742 г.—в Иркутске, с обрушением крестов колокольни одной из церквей, 1829 г.—в Иркутске). Относительно недавно (1861 г.) в устье реки Селенги землетрясение сопровождалось опусканием значительного участка Кударинской степи (образования залива Провал на оз. Байкале) и с несколько меньшей силой повторилось (в 1871 г.) с центром около Посольска. В 1905 г. огромная площадь Сибири в пределах от Семипалатинска до Читы дважды с промежутками в 2 недели была потрясена мощными землетрясениями, имеющими свои очаги на южных склонах хребта Танну-Ола к ю.-з. от оз. Косогола, в пределах Монголии.

Материал, на основе которого возможно составить представление о повторяемости и силе землетрясений нельзя считать высоко качественным. В большинстве случаев, — это опросные данные, часто случайного порядка. Только с 1912 г. установлен сейсмограф в Иркутской метеорологической обсерватории, в районе же сейсмическая сеть отсутствует. Однако, специалисты считают, что имеющиеся данные принципиально правильно характеризуют сейсмичку края.

По этим данным наибольшая повторяемость землетрясений (2,3 в год) относится к г. Селенгинску. Следом за ним идет г. Верхнеудинск—2, 9 и далее г. Иркутск—2, 7. Для Минусинска приводится повторяемость—2,1, для Читы—1,3.

Наиболее мощные очаги намечаются на южном склоне Саян и в устье Селенги. Меньшей силы очаги отмечены в окрестностях Верхнеудинска и по ю.-в. побережью Байкала. Далее на запад более слабые очаги зарегистрированы в районе г. Канска и г. Красноярска.

Что касается силы землетрясения, то в верхнем участке долины Ангары и в Прибайкалье, по имеющимся данным, можно ожидать землетрясений силой до 7—8 баллов по шкале Росси-Фореля, Изосейста 6 баллов пересекает Ангару в районе устья реки Белой; ниже по течению Ангары землетрясения по опросным данным не отмечены.

¹ Составлено по работе проф. А. З. Вознесенского—„Сейсмичность Вост. Сиб. края“, см. вып. I материалов 1-го В.-С. научно-исследовательского съезда Иркутск, 1932 г.

Нельзя не указать, что несмотря на наличие очагов в Прибайкалье, на сооружениях линии Кругобайкальской ж. д., насчитывающей на коротком участке 39 тоннелей и 16 крытых галерей и кроме того несколько виадуков и больших мостов, сейсмические явления ни в какой мере не сказались, более того, все обрушения склонов, имеющие место на Кругобайкальской дороге, всегда имеют причиной действие грунтовых и поверхностных вод, а не сейсмические явления, как то констатировано специальными исследованиями последнего времени.

При проектировках индустриального строительства с сейсмичностью края нельзя не считаться, но она не является вопросом исключительного значения, за исключением строительства в таких местах как дельта р. Селенги т. е. непосредственно в эпицентральной области.

2. Климат. Климат края отличается резко выраженной континентальностью. Зимой морозы достигают 50° С, летом дневная температура превышает 30° С. Средняя годовая температура повсеместно держится ниже нуля.

Следующая таблица иллюстрирует изменение средних температур по месяцам для нескольких пунктов ангарского бассейна.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Иркутск (Ангара) . . .	-20,7	-17,8	-9,3	1,4	8,8	15,2	18,2	15,6	8,6	0,3	-10,6	-18,1	-0,7
Голоустное (Байкал) . . .	-18,8	-16,0	-10,1	-0,9	5,3	9,8	12,1	13,8	7,7	0,4	-8,8	-16,4	-1,8
Тунка (Иркут) . . .	-26,1	-30,1	-9,1	1,3	8,8	15,2	17,5	15,1	7,9	-1,1	-14,2	-23,1	-2,5
Зима (Ока) . . .	-22,6	-19,2	-12,0	0,7	9,3	16,0	19,0	15,0	8,3	-0,8	-12,8	-21,3	-1,6
Шаманское (Ангара) . . .	-23,1	-19,6	-11,4	-0,6	2,9	15,6	19,0	15,4	8,2	-0,8	-11,9	-23,7	-2,6
Илимск (Илим) . . .	-21,4	-21,7	-12,8	-2,5	0,4	14,0	17,3	14,5	0,4	-2,7	-14,7	-23,2	-3,7

Характерным является относительная кратковременность весеннего и осеннего периодов. Зима продолжается пять месяцев, лето—несколько меньше пяти месяцев.

Годовой слой осадков, в среднем по всем пунктам, где велись соответствующие наблюдения, составляет около 300—400 мм, однако эти пункты наблюдений расположены в долинах рек. Те отдельные наблюдательные пункты, которые функционировали на горных возвышенностях, дают значительно большие цифры: наблюдения на ст. Верхняя Мишиха, расположенной на вершине Хамар-Дабана, показывают годовой слой осадков в 1125 мм. Правда, южный берег Байкала вообще заметно богаче осадками, чем остальные районы края. На ст. Мурино, например, осадки составляют 848 мм в год.

Следующая таблица показывает изменение средних количеств осадков по сезонам для ряда пунктов ангарского бассейна:

Слой осадков (в мм)

	60- лютн. высота	Весна IV—V	Лето VI—VIII	Осень IX—X	Зима XI—III	Год
Иркутск	467	44,6	213,6	59,5	56,3	374,0
Голоустное	456	23,4	168,8	29,3	7,0	228,7
Тунна	720	32,7	222,8	41	18,7	315,2
Зима	454	30,9	201,8	56,9	70,5	369,1
Шаманское	245	37,3	156,9	52,1	61,9	308,2
Илимск	280	32,6	166,5	65	70,9	312,0

Таблица показывает резкое преобладание летних осадков и незначительность зимних, взятых за 5 месяцев. Последнее обстоятельство, в соединении с низкой температурой зимы, способствует присутствию вечно мерзлого грунта, наблюдающегося в бассейне Ангары во многих местах. Глубина залегания вечно мерзлого слоя составляет от 2 до 15 и более м. Нижний слой вечной мерзлоты залегает на глубинах, иногда превышающих 30 м. В то же время площади с вечной мерзлотой повсеместно перемещаются с участками „таликов“, где вечной мерзлоты не обнаружено.

Распространение вечно-мерзлой почвы несколько сказывается на характере растительного покрова.

В отношении инженерных сооружений вечная мерзлота является весьма важным фактором, требующим специального внимания при заложении их оснований.

3. Населенность

Населенность края мала. Средняя плотность населения Восточносибирского края в целом на январь 1935 г. составляет 1,2 чел. на 1 км², при общей численности населения в 2.063.000 человек; в южной части ангарского бассейна в районе Прибайкалья плотность населения составляет около 3 чел. на 1 км². Район, прилегающий к порожистой части Ангары, заселен значительно слабее. По территории б. Нижнеудинского округа средняя плотность населения составляет 1,2 чел. на 1 км². Население сгруппировано около основных транспортных артерий края—по линии Сибирской железной дороги, совпадающей в общем с направлением старого магистрального Московского тракта, по ветвям последнего на Лену и в Монголию и по речным системам Ангары и Лены с их главными ответвлениями. Освоенные населением земельные площади в процентном отношении ко всей площади земель невелики¹. Вглубь от основных артерий население далеко не ушло.

¹ По территории б. Иркутской губ. в сельскохозяйственном пользовании населения находится лишь 8,9% всей площади.

В основном население интересующего нас района живет землей. Промышленными районами в бассейне Ангары являются: Черемховский каменноугольный бассейн, отдельные промышленные очаги, расположенные по линии железной дороги, и район г. Иркутска.

Наряду с земледелием и скотоводством, население района почти целиком занимается подсобными промыслами, составляющими значительную долю в бюджете (охота, рыбная ловля, кедрованье, лесной промысел, гужевой транспорт. Последний с давних пор имеет большое значение для сельского населения и сохраняет его и теперь в связи с потребностями Якутии и золотопромышленности в грузовых перевозках на Лену).

Железная дорога, пересекая нижние притоки Ангары—Бирюсу и Уду—в их среднем течении, постепенно спускается к Ангаре и, начиная от г. Усолья и до истока Ангары, идет непосредственно вдоль левого ее берега, опоясывая затем южный берег Байкала. Тракты магистрального значения идут на Лену (Иркутск—Качуг—Жигалово, Тыреть—Жигалово, Тулун—Братск Мамырь—Усть-Кут) и в Монголию (Култук—Тунка—оз. Косогол—Улясутай и Верхнеудинск—Кяхта—Улан-Батор); сверх того имеются несколько второстепенных грунтовых магистралей.

Водными путями служат Ангара от истока до с. Братского острога, оз. Байкал, р. Селенга, отчасти (с недавнего времени) другие притоки Байкала (Баргузин и Верхняя Ангара). Притоки Ангары доступны для судоходства лишь на коротких отрезках их низовых участков.

4. Леса.

Одним из основных природных богатств Приангарского края являются леса. При общей площади территории, охватывающей собой бассейны р. Ангары, оз. Байкала и верхней Лены с Витимом,—в 110 млн. га, лесная площадь занимает 87 млн. га, в том числе лесопокрытая—до 70 млн. га.

По отдельным подрайонам эта лесопокрытая площадь распределяется так:

Бассейны	Лесопокр. площ. в млн га	Состав насаждений по породам в %				
		Сосна	Лиственница	Кедр	Ель и пихта	Лиственничные породы
р. Ангары	32,4	46,0	13,9	17,6	14,1	8,4
оз. Байкал	6,6	30,3	40,9	19,7	7,6	1,4
р. Верхней Лены	30,7	20,9	61,6	10,4	3,9	3,2
	69,7	33,4	57,4	14,7	9,0	5,5

Для суждения о значении этих лесных богатств для СССР приводим данные по другим районам:

	Лесопокрытая площадь	
	в млн. га	в % к лесным массивам всей страны
Северный край	56	9,6
Урал	34	6,0
Западная Сибирь	31	5,4
Восточная Сибирь	112	20,0
В т. ч. р-н Ангаростроя	70	12,3
Дальне-Восточный край	57	10,0
Якутия	180	31,6
Прочие	100	17,4
Итого	570	100

Приводимые в таблице данные по Якутии носят грубо приближенный характер, сильно, повидимому, преувеличивая, как показывают последние исследования, действительные запасы.

Ангаро-Байкальский район, леса которого составят около 20% от общих запасов Союза, таким образом, можно считать основным лесным массивом СССР, причем этот массив, характеризующийся высоким качеством древесины, почти не тронут эксплуатацией. Годичный отпуск древесины не превышает пока 5% потенциальной возможности.

Главной породой в бассейне Ангары является сосна, в Байкальском и Ленском бассейнах — лиственница. За этими двумя основными породами следует кедр. Ель и пихта более или менее серьезную роль играют лишь в бассейне реки Илима, нижнего течения Ангары и на юго-восточном побережье Байкала. Лиственные породы, главным образом береза и осина, промышленного значения не имеют.

Низкий уровень использования лесов Восточной Сибири обуславливается, главным образом, транспортной обстановкой и отчасти, конечно, и общим состоянием промышленного развития края.

Возможность пользования сплавыми путями для доставки леса к железной дороге имеется лишь для небольшой части бассейна, в основном высокогорной, характеризующейся к тому же худшим по качеству лесом. Основные лесные массивы расположены к северу от железной дороги и могут быть втянуты в эксплуатацию лишь при постройке новых железных дорог.

В небольшом, по отношению к размерам годичного прироста, объеме в последние годы начата эксплуатация лесов нижнего течения Ангары быв. Комсеверопутем ныне Севполярлесом и лишь с окончанием постройки железной дороги Ачинск-Енисейск леса нижней Ангары смогут быть взяты для нужд внутреннего рынка СССР. Леса среднего течения Ангары ждут постройки Ленской железной дороги и специальных лесовозных линий.

Исследованность лесов до последнего времени была совершенно ничтожной, т. к. кадастровый учет лесов велся почти исключительно по речным методам, захватывая 10, а местами 20 километровую полосу вдоль основных водных артерий. В 1932 г. удалось провести организацию площадного кадастрового обследования лесов статистическим методом на территории, охватываемой линией железной дороги — с юга, рек Оки и Ангары — с востока, Ангары — с севера и Енисея — с запада, общей площадью 18 млн. га. С другой стороны, выполненные в 1931 г., по нашим заданиям, лесным музеем Академии Наук работы по изучению типов лесов в характерных районах и исследование механических, физических и химических свойств древесины, вместе со штудированием ряда специальных задач, позволили наметить основные установки для генерального плана освоения лесов Ангарского бассейна.

Прибайкальская сосна отличается исключительно высокими качествами. Ее прямоствольность и мягкослойность представляют особенную ценность.

Кедр явится наилучшим, в условиях СССР, сырьем для изготовления карандашной дощечки, а лиственница найдет широкое применение в производстве деревянных труб и в вагоностроении, заменяя дуб. Кедр и лиственница, сверх того, явятся прекрасным сырьем для изготовления деревянной черепицы. Наконец, сосна и кедр должны найти широкое применение в фанерной промышленности, поскольку береза имеет в районе очень слабое распространение.

Ель и пихта, очевидно, пойдут для целлюлозного производства; однако относительно небольшие запасы елово-пихтовых насаждений, к тому же разбросанных небольшими вкраплениями, заставляют в Восточной Сибири целлюлозно-бумажную промышленность строить на использовании балансов других, кроме ели и пихты, хвойных пород, в частности, — кедра и лиственницы. В пользу такого решения говорит и неизбежный переход к сплошным рубкам, поскольку в этом случае, наряду со старыми насаждениями, будет заготавливаться и молодой балансовый лес. Изучение пригодности древесины кедра и лиственницы в этом отношении обещает благоприятный исход, что, вместе с избытком дешевой тока, позволит развить в широких пределах целлюлозно-бумажную промышленность и производство искусственного шелка.

Распределение лесных насаждений по классам возраста устанавливает, что на спелые и перестойные насаждения падает от 50 до 80% всей лесопокрытой площади района. Исключением являются лесные массивы, расположенные в бассейне р. Илима, где вследствие лесных пожаров большую часть лесопокрытой площади составляют средне-возрастные насаждения.

При таком преобладании спелых и перестойных насаждений, определяя возможный годичный отпуск леса, было бы неправильно исходить из учета только естественного прироста. Очевидно, в условиях Ангаро-Байкальского района, на ближайшие годы

может и должно быть применено форсированное лесопользование за счет широкой эксплуатации спелых и перестойных насаждений в целях предупреждения потери ценной древесины при переходе леса за возраст качественной и физической спелости. В то же время требования механизации лесозаготовок и лесотранспорта приводят к необходимости концентрации лесопользования, которая будет тем эффективнее, чем большие площади одновременно будут вводиться в эксплуатацию.

При такой постановке лесопользования возможный годичный отпуск древесины оценивается для указанных выше районов в размере около 160 млн. куб. м.

5. Полезные ископаемые. До недавнего времени промышленные запасы ископаемого сырья в Восточной Сибири были фиксированы лишь по углю, слюде, полиметаллам и ряду редких металлов. Изучение Ангарской проблемы заставило пересмотреть этот вопрос.

Железные руды известны в крае во многих местах с давних пор. Работы последних лет новых железорудных районов не открыли, однако, изучение запасов старых совершенно изменило представление о богатстве края железом. По обеспеченности железом Восточносибирский край стоит на третьем месте в СССР, однако, можно высказывать уверенность, что дальнейшие поисково-разведочные работы выведут край на более передовое место.

В районе, прилегающем к ангарским порогам, с 1845 г. работал Николаевский железодобывающий завод, просуществовавший с перерывами до 1923 г. Завод работал на древесном угле. Рудными базами служили месторождения магнитного железняка: Ермаковское, Долоновское, Красноярское и Кежемское. Общие запасы этих четырех рудников оценивались в 1920 г. 4 млн. т. Запасы вполне удовлетворяли маленький завод с производительностью 3000 тонн чугуна в год, и поэтому серьезных разведок не велось.

Исследование тех же месторождений в 1920 г. повысило их оценку до 8 млн. т.

В том же районе было известно еще несколько месторождений: Седановское, лежащее в 50 км севернее по р. Ангаре и группа восточных месторождений — Иреек — Касьяновское, Шестаковское и Коршуновское в долине р. Илима. Сведения о них были скудны и оценку их масштабов дать было нельзя, но общим было признание их ничтожного размера. Осмотр 1930 г. и разведки 1931 г. дали в этой группе открытие Рудногорского (Игирминского) месторождения, сейчас являющегося наиболее крупным, и еще двух меньших месторождений (Горелая Сопка и Малый Желдон), но главным образом разведки дали совершенно иную оценку мощности запасов Ангаро-Илимского района.

Большинство месторождений¹ морфологически представлены крутопадающими сложными магнетитовыми жилами, из кото-

рых некоторые, как например, жилы Игирминского (Рудногорского) месторождения прослеживаются на несколько километров. Эти месторождения залегают в песчаниках и траппах. Несколько иную форму имеют месторождения, залегающие в известняково-мергелистой толще — Коршуновское и Шестаковское, которые являются скорее гнездовыми. По происхождению они связаны с сибирскими траппами. Рудными минералами являются магнетит и в меньшей мере гематит. Руда имеется двух типов: магнетитовая сплошная руда и магнетитовая рудная брекчия (вкрапленные руды). Магнетитовая руда показывает высокое содержание железа (около 60%), незначительный процент кремнезема и ничтожную примесь фосфора и серы. Рудная брекчия содержит 40—42% в среднем железа и повышенное количество кремнезема. Но ее крупнозернистость и магнитные свойства рудных зерен позволяют производить легкую обогатимость, как это показали исследования Механобра в 1934 г.

Работами 1931—1933 г. выяснилась крупная концентрация запасов на трех месторождениях: Игирминское (Рудногорское) оценено 234.000.000 тонн, Коршуновское — 108.000.000 тонн и Красноярское — 62.000.000 т. Эти цифры даются разведчиками, но еще не утверждены¹ комиссией по запасам.

Остальные месторождения — значительно меньше по своим масштабам. Для них утверждены следующие запасы:

Шестаковское	250.000
Иреек-Касьяновское	243.000
Горелая Сопка	50.000
Кежемское	1.170.000
Седановское	3.000.000
Долоновское	735.000
Ермаковское	2.600.000
Тубинское	580.000
Малый Желдон (не подсчитан)	

Весьма вероятен дальнейший прирост запасов, особенно по Рудногорскому месторождению. По геологическим данным можно ожидать также открытия новых месторождений. Известные запасы при дальнейшей разведке безусловно тоже возрастут. Уже и сейчас запасы в 418.000.000 т и намечаемые перспективы по Рудногорскому району заставляют считать Ангаро-Илимский район одним из крупнейших железорудных районов в Союзе.

Вторым железорудным районом является бассейн р. Онон, притока р. Белой. В утесе Сосновый Байц и в прилегающей к нему местности распространены железистые кварциты типа Кривого Рога и магнетитовые сланцы типа Шведских и Мурманских руд.

Месторождение самого Соснового Байца представлено пачкой железистых кварцитов, переслаивающихся с амфиболитами

¹ См. статью инж. В. П. Зорина в № 63 „Восточносибирской Правды“ от 17 марта 1934 г.

и слюдястыми сланцами. Мощность пачки—около 100 м. Падение—35—40° на с.-в. Тектоника района очень сложная, имеется ряд разрывов, осложняющих разведку и подсчет запасов.

Месторождение известно по заявкам давно. В 1925 г. его осмотрел проф. М. М. Тетяев и впервые дал его промышленную характеристику. Запасы осмотренного участка оценивались им в 22.000.000 т. Разведок не производилось. В 1931 г., по заданию Ангаростроя, Вост.-Сиб. геол. разв. трестом была поставлена разведка, давшая возможность оценить его запасы в 100—150 миллионов тонн. Кварциты, со средним содержанием железа 35%, имеют его в виде гематита и только на одном участке являются магнетитовыми.

В 1931 г. было открыто месторождение в долине реки Н. Бибой, а в 1932 г.—еще далее не юго-восток в той же полосе новые месторождения магнетитовых сланцев. Кроме того, в 1931 г. обнаружены выходы железистых кварцитов в верховьях Оки на границе с Танну-Туvinской республикой. Все это указывает, что Сосновый Байц—не единичная точка, и что дальнейшие поиски несомненно дадут ряд новых участков. Сложнее чем с запасами обстоит дело с промышленной оценкой руды. Кварциты—мелкозернистые. Для их обогащения потребуется мелкое дробление породы. Поиски и разведки должны обнаружить участки более крупнозернистых кварцитов, желателен магнетитовых, а не гематитовых. И то и другое намечается, но сказать что-либо определенное пока нельзя!

Третий район—это Западное Забайкалье, куда относятся Курбино-Балбагарская и Балягинская группы месторождения. Наиболее крупным является м-ние горы Балбагар. Здесь мы имеем запасы около 100.000.000 т категории С в 5 залежах и, кроме того, 2 месторождения магнетитовых россыпей. Руда представлена кварцево-рудным агрегатом, иногда с примесью серицита. Главный рудный минерал—гематит. Магнетит встречен как постоянная, но незначительная примесь. Лишь местами он преобладает. Среднее содержание железа—37,18%, фосфора—0,055% и серы—0,2%. Удельный вес руды—3,5. Остальные месторождения этой группы незначительны, но район, особенно его северная часть, еще в значительной мере не исследована и потому можно ожидать открытие новых и возможно крупных месторождений. Магнитометрические исследования инж. Пикаля 1932 и 1933 г. привели к открытию в верховьях рек Курбы и Оны крупных месторождений: Мухор Горхон, Замок Залхуй и др., не уступающих по масштабу Балбагарскому. Но в то время как Балбагарские руды дали неблагоприятные показатели по обогащению (мелкие рудные зерна не поддающиеся магнитному обогащению), вновь

¹ Работами 1932 г. в районе Соснового Байца вскрыта сеть, цикл месторождения магнетитовых сланцев, по типу приближающихся к рудам Кольского полуострова. Исследования механобра 1933 г. дали хорошие результаты по магнитному обогащению этих руд, что выдвигает месторождение в первоочередных.

открытые руды повидимому и по крупности зерна и по своей магнитности более благоприятны.

Балягинское м-ние, являющееся рудной базой Петровского завода, оценивается в 3.280.000 т. Отсортированная и подвергнутая обжигу руда содержит более 50% железа, 0,05% серы и 0,03% фосфора. Рудник работает с 1789 г. В настоящее время ведется разведка и поисковые работы для обеспечения запасами Петровского завода, т. к. по условиям транспорта Балбагар в ближайшие годы включить в эксплуатацию не представляется возможным. Эти разведки привели к открытию в 1933 г. инж. Пиккелем большой магнитной аномалии в долине р. Хилкосой в 80 км к югу от ст. Хилок.

Четвертый район—Восточнозabayкальский—представлен, во-первых, месторождениями контактово-метаморфическими, магнетитовыми, как железный кряж, Яковлевское и магнетито-медными—Быстринское, во-вторых, гидротермальными гидротермическими, среди которых главные—Ольховая и Березовая горы близ Нерчинского завода. Общие запасы района—не менее 300.000.000 тонн с высоким содержанием железа, но с наличием неприятных для металлургии примесей (мышьяк, фосфор, сера) и в крайне тяжелых транспортных условиях.

Мысовской район представлен сосредоточием месторождений вблизи ст. Мысовая Забайкальской ж. д., на побережье Байкала. Осмотренный в 1895 г. геологом Ячевским, позднее он обследовался проф. Львовым (1908—1927), Докторович Гревницким (1919), Касаткиным и проф. Смирновым (1928). Запасы определены по всей группе в 500.000 тонн, причем необследованным осталось лишь одно Ундур-Хосурское месторождение и крупного прироста запасов ожидать, повидимому, нельзя. Главный рудный минерал—фаялит (железосодержащий силикат), что делает обработку руды крайне затруднительной.

Остальные железорудные месторождения Восточносибирского края представлены осадочными мезозойскими или третичными шиферными залежами, которые обследованы крайне слабо. Пока ни по одному из них нет данных для того, чтобы говорить о промышленном их значении. Это районы: 1) Зап. часть Чернышского бассейна, 2) Приольхонский, 3) Беклемишенский близ Чинь.

Таким образом, суммарный баланс Востсибирского края рудам может быть сведен в цифрах не менее 1 миллиарда тонн с очень большими перспективами для дальнейших разведок.

Месторождения марганца концентрируются на о. Ольхоне и в Приольхонском крае, на Западном берегу оз. Байкала. Наиболее известно Озерское м-ние, работавшее для Николаевского завода. Кроме того, известно еще несколько месторождений и ряд точек с гальками марганцевой руды, указывающими на общую перспективность района.

Кроме Приольхонья есть отдельные указания и непроверенные заявки на марганец близ Нижнеудинска в долине Иркуты

(Тибельти) на Вост. Саяне, по р. Турке, близ Петровского завода в долине р. Тарбагатай. Существенны указания на содержание марганца в Акатуевском полиметаллическом месторождении, в Вост. Забайкалье. Здесь запасы марганца значительны, порядка не менее 100.000 т, но разработка возможна лишь при комплексном, сложном технологически использовании руды (4% свинца и цинка, содержание серебра к свинцу 1:15).

Полиметаллические руды сконцентрированы главным образом в Восточном Забайкалье (быв. Нерчинский горный округ). Здесь известно более 500 месторождений, среди которых 28 более крупных в прошлом давали 92% всей добычи. Работались рудники с 1703 по 1906 г. и с 1925 г. разведываются. Руды обычно содержат, в виде сульфидных объединений, свинец, цинк и серебро и в разной мере—примеси мышьяка и сурьмы. Золотистость обычно невысокая. В отличие от алтайских—они бедны медью. Характерно постоянное наличие слабой оловянистости. Суммарное содержание металлов колеблется от 5 до 30%. Форма месторождения в главной, северной группе—трубчатая, что обуславливает трудность разведок. Общий запас оценивается проф. С. С. Смирновым в 12—15 млн. т руды с количеством металлов до 1,5 млн. т. Для разведки главной массы запасов, из-за трубчатого характера м-ний, необходимо переходить прямо к горным работам, что затрудняет выявление запасов руд Нерчинского района. Исследования 1932—1933 г. наметили более сложный состав ряда южных жильных месторождений, которые дают промышленное содержание свинца, цинка, мышьяка, серы, золота и возможного ряда редких примесей (олово, селен и др.). Использование их как комплексного химического сырья совершенно меняет их экономическую оценку.

В 1932 г. обращено внимание на другие полиметаллические участки. Поисковые и разведочные работы поставлены в бассейне р. Джиды,—по которому имеются наиболее конкретные указания.

Проверка этих указаний работами 1932—1933 г. не дала благонадежных результатов. Только в верховьях р. Джиды удалось найти небольшие месторождения, интересные своей высокой серебристостью.

Кроме того, имеются указания на наличие признаков полиметаллов в бассейне р. Бирюсы, в Западном Забайкалье, долине Иркутта и ряде других мест.

Гораздо менее изучена в крае медь. Разведывалось только Агинское медное месторождение в Восточном Забайкалье, но здесь разведки 1931 года ничего не дали. Месторождение не из крупных, с хорошим содержанием меди, но трудными условиями для разведки.

Федоровское месторождение, на р. Уде, в предгорьях Вост. Саяна и Намамское—в Северном Прибайкалье, очевидно, тоже не крупные, но, повидимому, богатые по содержанию, известны еще менее. Они могут явиться при благоприятном изменении условий транспорта реальными поставщиками меди.

Промышленные содержания меди встречаются в группе золоторудных месторождений Дарасунского золотопромышленного комбината.

Наибольшие запасы меди дадут, повидимому, Ленские медистые песчаники, представленные мощной толщей с содержанием 0,3—0,6 % меди.

В отношении ряда редких металлов Восточносибирский край является монополистом в Союзе.

Олово известно в ряде месторождений Восточного Забайкалья. Кроме типично оловянно-каменных м-ний, как Оловянкинское и Хапчерангинское, Шерловогорское в последние годы доказано наличие олова, иногда в промышленных концентрациях, в вольфрамовых и полиметаллических месторождениях. По некоторым месторождениям разведаны детально запасы и они переданы промышленности. Кроме Восточного Забайкалья есть указания на олово в Восточ. Саяне и Енисейском крае.

Вольфрам тоже сконцентрирован главной массой запасов в Восточном Забайкалье, в таких м-ниях как Букука, Белуха, В. и М. Соктуй, Антонова Гора, Бороундур, Куранжа и ряд других. Некоторые из них эксплуатируются, на многих заканчиваются промышленные разведки. В западной части края разведками 1932—1933 г. открыто крупное месторождение вольфрама в бассейне р. Джиды, где на россыпных месторождениях уже с 1934 г. начата эксплуатация.

Мышьяк в основном будет получаться из газов при обработке полиметаллических, золотых, и др. сульфидных руд. Но, в Вост. Забайкалье имеется ряд типично арсенопиритовых и скородитовых м-ний, вполне пригодных для их промышленного использования, которые до начала крупного комплексного использования сложных по составу руд, дают и первое время будут давать основную массу добываемого мышьяка.

По вольфраму, олову, и мышьяку Восточносибирский край стоит на первом месте в Союзе.

Из других редких металлов, не останавливаясь на них детально, можно сказать следующее:

По молибдену имеется несколько месторождений, уступающих, правда, по своему масштабу Дальневосточным (Гутайское на Чикое, Огикуйское близ Читы, Желтугинское на Шилке).

Сурьма до сих пор была известна лишь в небольших жильных месторождениях, в основном непромышленного значения.

В 1932 г. геолог Голиков открыл в Енисейском крае близ р. Ангары Раздолинское месторождение сурьмы, которое по своим показателям выходит на одно из первых мест в Союзе и которое в 1935 г. передается в эксплуатацию.

Запасы лития колоссальны не только всесоюзного, но мирового масштаба (Завитинское месторождение близ ст. Размахино в Забайкалье).

Бериллий имеется в нескольких точках с благонадежными показателями, еще недостаточно проверенными.

Торий встречен в виде благонадежных россыпей монацита.

Алюминиевым сырьем в Восточной Сибири могут явиться алуниты, бокситы и каолины. Месторождения алунитов известны с давних пор в двух районах на р. Оке, близ г. Зима, и на южном берегу оз. Гусиного—в басс. р. Селенги. В результате предварительного ознакомления выяснились несомненная ценность Зиминского месторождения и ничтожный практический интерес Гусино-озерского. Работами В.С.Г.Р.Т. по заданию Ангаростроя в 1931 г., в районе г. Зимы установлены колоссальные запасы элунитизированных пород, залегающих по площади свыше 100 кв. км при средней мощности пластов в 40 м. При среднем содержании окиси алюминия в алунитах примерно 10%, запасы металлического алюминия в этом месторождении оцениваются цифрой порядка 3 млн. т. В отдельных образцах содержание окиси алюминия достаточно высоко (25—28%). Однако, со стороны технологической, извлечение ее из породы, по данным предварительного изучения института прикладной минералогии, считается затруднительным.

Присутствие бокситов в Ангарском бассейне установлено проф. Дравертом, обнаружившим по р. Ендыглы—притоку р. Тартарки, впадающей с правого берега в р. Ангару в ее нижнем течении, бокситовую гальку. Такая же галька была обнаружена еще по ряду правобережных притоков Ангары. В 1931 г. и 1932 г. были предприняты поиски коренных месторождений бокситов, не давшие, однако положительных результатов и лишь расширившие зону распространения бокситовой гальки в этом районе. Анализ гальки, взятый с р. Рыбной, показывает содержание окиси алюминия в ней до 60%.

В 1933 г. работами института Геологии и Минералогии открыты коренные линзовидные залежи боксита в Енисейском крае. Таким образом алюминиевая база становится более реальной.

В том же районе отмечаются находения нефелитовых сиенитов. Последние известны также в Саянах.

Каолины и глины, богатые окисью алюминия, известны в частично исследованном—Черемхово-Бельском месторождении с несколькими мелкими (Холмушинское, Узколугское, Голубиния гора, Могонское, Турамское, Нотское и др.), известными довольно хорошо и большими новыми (Половинское) месторождениями. Наряду с каолинами и огнеупорными глинами, имеющими линзовидное и частично даже гнездовое залегание, находятся глины более низкосортные.

Технологическое испытание последних, пока еще не вполне законченное (Работы НИС алюминия по заданиям ГИДЭПА), обещает положительный результат при обработке глин сернохлоридным методом.

По ископаемому углю Восточносибирский край занимает третье место в Союзе, уступая лишь Западной Сибири с Кузбассом и Красноярскому краю, обладая крупными угольными бассейнами Иркутским, частью Канского и Тунгусского бассейнов

и рядом относительно мелких, преимущественно бурогольных месторождений в Забайкалье.

Наиболее изученный Иркутский угленосный бассейн имеет запасы, оцениваемые в 75 млрд. тонн. Пласты угля лежат неглубоко, почти горизонтально и разработка их ведется мелкими шахтами и даже открытой выработкой. Средняя мощность пластов—около 7—9 м.

По физико-химическим свойствам угли Иркутского бассейна характеризуются как смешанные гумусо-сапропелитовые угли и отличаются высоким содержанием летучих. Это делает их специфически интересными для переработки в жидкое топливо и для химического их использования.

Вместе с тем в центральной части бассейна имеются коксующиеся угли (Забитуйское и Владимирское месторождения), запасы которых составляют по последним подсчетам около 100 млн. т. Опыты ползаводского коксования показали, что угли Иркутского бассейна могут дать металлургический кокс лишь с присадкой толщих углей; угли Забитуйского месторождения содержат до 4—5% серы, правда, количество которой путем обогащения почти не уменьшается. Восточная же часть (Заангарье) отличается специфическим развитием сапропелитовых разностей, дающих при полукоксовании очень высокие выходы первичной смолы—25% и выше (Зоринское месторождение, запасы которого оцениваются в 10 млн. т.). Центральная часть бассейна дает в настоящее время до 2,5 млн. т угледобычи в год.

Расположенная на территории края часть Канского угленосного бассейна, пока еще недостаточно освещена. Запасы угля в этой части не установлены. Преимущественно здесь развиты бурые гумусовые угли со включением горючих сланцев, с весьма высоким содержанием летучих. Только с 1931 г. начато изучение южной оконечности Тунгусского бассейна. Качество углей южной оконечности Тунгусского бассейна до сих пор неизвестно; наличие же в более северных районах бассейна углей самых различных качеств и типов заставляет предполагать и здесь возможность нахождения коксующихся углей. Запасы пока не установлены.

Запасы углей Забайкалья суммарно оцениваются в 1 млрд. т. Таким образом, общие запасы углей Восточносибирского края составляют на данный момент свыше 76 млрд. т.

Среди нерудных ископаемых, призванных играть значение в промышленном развитии края, известны: соль, слюда, гипсы, графит, асбест и др.

Соленосные источники имеются в Усолье, на берегу Ангары и на линии Сибирской железной дороги, затем, близ дер. Шестаковой на р. Илеме, по р. Куте, притоку верхнего течения Лены.

В Усолье эксплуатация соляных источников начата с XVII столетия. Слабое содержание соли в растворе требовало устройства обогащения его на градирнях. В 1923 г. глубокая буровая на глубине 630 м вошла в пласт каменной соли, толщиной до 55 м.

В 1929 г. была заложена глубокая буровая скважина у с. Н. Булай на р. Белой в 34 килом. от г. Усолье. Буровая скважина встретила пласты с солью на глубине 590 метров и прошла соляную пачку с суммарной мощностью соляных пластов в 100 метров. Таким образом, доказано широкое распространение соленосного пласта в районе, прорезаемом жел. дорожным путем. Иркутский (в г. Усолье) солеваренный завод является основным источником соли в Сибири и может иметь большие перспективы благодаря большой чистоте солей. В настоящее время работается обогащенный рассол и проектируется переход на шахтную добычу каменной соли. Запасы каменной соли оцениваются по району Усолья в 1 млрд. тонн. В 1934 г. заложена скважина близ ст. Половина на глубину до 1000 м для выбора места под более крупного масштаба добычу соли.

Шестаковское и Усть-Кутское месторождения работались лишь кустарным порядком.

По слюде Восточносибирский край занимает в Союзе первое место, обладая 95% всех запасов. Самым доступным месторождением является район ст. Слюдянка, Кругобайкальской железной дороги, где в 1,5—3 км от станции находятся залежи темной слюды-флогопита, которые разрабатываются издавна. Слюдянское месторождение является единственным промышленным месторождением флогопита в СССР.

Месторождения белой слюды-мусковита известны по р. Слюдянке, впадающей в Байкал в северном его конце, у мыса Слюдянского. Как бы продолжением этого направления являются основные не только для В. Сибири, но и всего СССР месторождения Мамской слюды по р. Маме (приток Витима, бассейн Лены). Мамские месторождения являются самыми крупными в мире; их перспективные запасы оцениваются в 15 млн. т. После осуществления намечаемой транспортной связи Мамских месторождений с Сибирской магистралью ленской железной дорогой, эти месторождения смогут не только удовлетворить весь союзный спрос, но и конкурировать с Индийскими, на сегодня являющимися монополистами в мире.

Открыто новое месторождение Толбагинское близ ст. Толбага Заб. жел. дороги. Бирюсинские месторождения работами последних лет значительно повышают свою промышленную ценность.

Гипсы имеют большое распространение в Тыретско-Балаганском районе, в бассейне р. Унги— левого притока р. Ангары. У г. Балаганска гипсоносные глины переходят на правый берег Ангары. Известно до 24 обнажений гипса, из которых часть работается кустарным порядком. В районе устья р. Залари, правого притока р. Унги, геологические запасы исчисляются в 200 млн. т. Повидимому, запасы гипсов можно считать весьма большими.

Не останавливаясь на известных в крае месторождениях остальных полезных ископаемых, интересных для развития в крае крупной индустрии (асбест, графит, фтористые соединения, по которым Вост. Сибирский край является монополистом в СССР,

затем тальк, огнеупоры и др.) отметим, что все, что может потребоваться для этих производств, Восточносибирский край имеет у себя. Ни один из других районов СССР не отличается столь полной комплексностью ископаемого сырья и столь обильным их перечнем.

Если многие виды сырья не могут еще быть освещены ни количественно, ни качественно в мере, достаточной для проектировки промышленности, то это является следствием лишь недавнего начала целеустремленных геолого-поисковых работ, производимых в чрезвычайно трудной обстановке и при полном недостатке познания региональной геологии, что, конечно, затрудняет рациональную постановку поисков.

Однако и сейчас, по основным видам ископаемого сырья, Восточносибирский край может противопоставить другим районам Союза свои исключительные запасы железных руд (до 1000 млн. т), каменных углей (7,6 млрд. т), цветных металлов, редких элементов, алюминиевого сырья и др. В ближайшие годы он выявит их качественные и количественные показатели. А избыток дешевой энергии в крае, в чем не могут конкурировать с Восточной Сибирью другие районы Союза, придает этим запасам совершенно исключительное перспективное значение.

ГЛАВА IV

Кадастровые данные по речной системе бассейна р. Ангары

Гидрографическая сеть Восточной Сибири является чрезвычайно развитой, и лишь в отдельных районах ее развитие приближается к нормам, близким для Европейской части СССР.

Всем рекам района свойственны большие падения, крутые уклоны и большая водоносность в летние месяцы. Большая доля осадков, приходящаяся именно на летние месяцы (50—70%), наличие ледников в Саянах и резкое уменьшение грунтового стока в связи с промерзанием почв зимою, создают условия, в которых, несмотря на небольшое по абсолюту годовое количество осадков, реки не могут остаться без воды к осени. Наоборот, совпадение дождевого периода с оттаиванием вечной мерзлоты часто дает в те месяцы, которые мы привыкли считать за межень, наибольшие паводки.

Горный характер местности, орошаемой Ангарской речной системой, способствует образованию на реках каменных порогов—т. н. шивер и порогов, а также сужений речных долин в местах пересечения тальвегов отрогами горных цепей—т. н. „труб“, сжатых в „щеках“. Местные базисы эрозии—эти „трубы“ чередуются с расширениями речных долин, создавая тем самым озерный характер долинам почти всех как мелких, так и крупных водных потоков района.

1. Река Ангара. Основной водной артерией является Ангара, считающаяся притоком р. Енисей, но значительно превосходящая последний (выше слияния) по длине, площади бассейна и водоносности.

Общая длина Ангары составляет 1854 км. Если взять протяжение Ангары вместе с основной, питающей Байкальское озеро,

рекой Селенгой, то общая длина водотока составит до впадения в Енисей 3250 км, в то время, как длина Енисея от истока до впадения Ангары считается 1950 км. Площадь бассейна Ангары к устью составляет 1.128 тыс. кв. км, в то время как площадь бассейна верхнего Енисея—412 тыс. кв. км. Водоносность Ангары в устье характеризуется средним годовым расходом в 3950 куб. м в сек. Средний годовой расход Енисея в месте слияния составляет приблизительно около 2000 куб. м в сек.

Таким образом, все основные показатели говорят в пользу признания Ангары основным водным потоком, а Енисея его притоком, к какому выводу и приходит проф. В. М. Родевич в своей работе: „О соотношении рек Енисея и Ангары“¹.

Однако, по множеству признаков можно видеть, что долина р. Ангары ранее принадлежала значительно меньшему по размерам потоку. Изобилие островов на всем протяжении Ангары, подходящих почти вплоть к истоку реки, приближающихся в верхнем участке по характеру к дельтовым отложениям, свойственная реке на всем протяжении широтная, а не глубинная эрозия русла, повсеместное наличие „каменных“ островов, отмытых рекою от коренных берегов, морфология верхних террас речной долины,—все эти показатели заставляют думать, что воды Байкала лишь в недавнюю геологическую эпоху устремились под влиянием тектонических перемещений в направлении современной долины р. Ангары, отвоевав себе чужое русло. По предложению проф. М. М. Тетяева, верхний участок реки принадлежал ранее к системе оз. Байкала и водораздел лежал где-то между реками Белой и Окой. Доказательств этому пока не собрано. Однако, и продольный профиль р. Ангары оригинален, характеризуясь двумя базисами эрозии, и ориентация реки Ангары по отношению к странам света несколько своеобразна, т. е. река, имея в истоке северо-западное и затем северное направление, на половине своей длины меняет направление под прямым углом, впадая в Енисей с востока.

Общее падение Ангары составляет 378 м. По характерным признакам реку делают на три участка: верхний—от истока до устья левого притока Оки, длиной 676 км, со средним уклоном 0,00021, средний порожистый—длиной 289 км от Оки до устья правого притока—Илима, с уклоном 0,00033 и нижний—от устья р. Илима до впадения в Енисей, длиной 889 км и уклоном 0,00016. Верхний и частично нижний—судоходны. Средний имеет пять порогов и для судоходства в естественном состоянии не пригоден.

Геологическая характеристика долины р. Ангары дается следующей схемой.

В прорыве через Приморский хребет, в своем истоке, Ангара пересекает свиту кристаллических сланцев, гнейсов и гранитов, затем прорезает мягкие песчано-глинистые и угленосные отло-

¹ Известия Р.Г.И. за 1925 г. № 8.

жения юры, из-под которых у Усоляя появляется мощная свита более твердых известняков и сланцев среднего кембрия. Ниже г. Балаганска свита среднего кембрия покрывается песчаниками, мергелями и глинами верхнего кембрия и, в начале порога, нижнего силура. Как юра, так и кембрий дислоцированы вообще слабо и река показывает в береговых обнажениях их пологие складки.

От устья р. Оки до устья р. Илима Ангара пересекает также пологие складки глин и песчаников силура, с обильными и мощными пластовыми и секущими интрузиями изверженных пород — «сибирских траппов», которыми и обусловлены пороги.

Возле устья Илима река вступает в пределы Тунгусского угленосного бассейна, по которому следует до Аплинского порога. На короткое время она входит еще раз в мульдуг бассейна у с. Дворец. Свиты Тунгусского бассейна сложены рыхлыми песчаниками и глинами и вулканическими туфами и туффитами. Обильные интрузии траппов во всех направлениях пересекают долину. От Аплинского порога до с. Каменки Ангара течет вдоль оси большой антиклинали, сложенной песчаниками, известняками и доломитами нижнего силура, кембрия и протерозоя. Обильные пластовые интрузии траппов, сопровождающие эти свиты, служат причиной порогов и шивер этой части реки. От с. Каменки до Гребенского быка Ангара скользит по линии большого сброса, вдоль окраины енисейского горста. У Гребенского быка она врывается в горст и пересекает его, близ устья, входя снова в область кембрия и силура. Горст сложен разнообразными интенсивно смятыми породами протерозоя — сланцами, песчаниками, кварцитами, доломитами, известняками с интрузиями гранитов.

Вытекая из Лиственниченского залива Байкала, Ангара на протяжении 2,5 км течет в широком (около 1 км) каменном лотке, окаймленном непосредственно опускающимися к реке крутыми склонами Приморского хребта. Дальше, на правом берегу русло сужается нижней террасой, сложенной аллювием, постепенно приобретающей ширину в несколько км. На 6 километре появляется первый из островов в русле реки. Ниже 30 километра от истока количество галечных островов в русле становится уже настолько большим, что часто трудно опознать, куда направляется основной поток. Левый берег держится неизменно высоким до 73 км, где впадает в Ангару ее левый приток — р. Иркут.

Правый берег почти на всем протяжении этого верхнего отрезка невысок, и лишь в 15—20 км от Иркутска непосредственно к реке подходит верхняя терраса, возвышающаяся над рекою на 25—30 м.

Ширина речной долины на этом первом отрезке верхнего участка составляет в среднем до 3—5 км, лишь в наиболее узких местах уменьшаясь до 2—2,5 км.

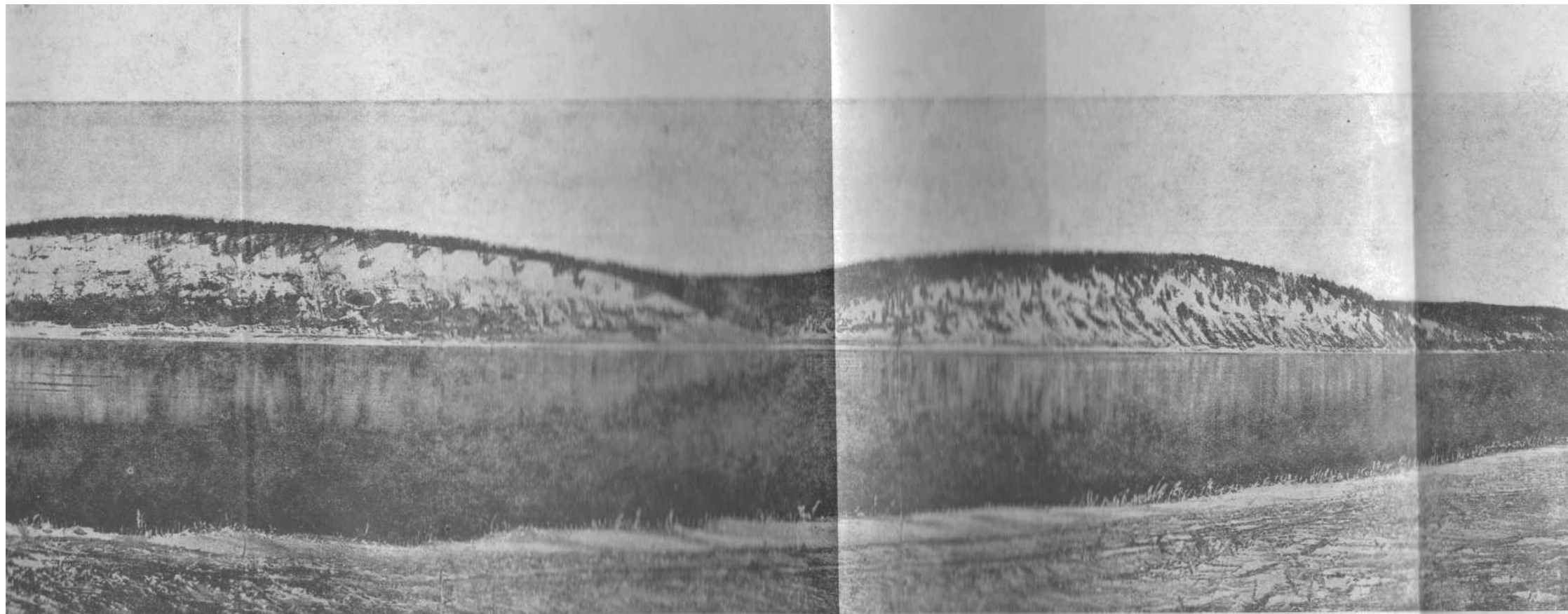
Ниже Иркутска непосредственно к реке подходят возвышенности правого берега 100 и более м, а левый же, представляющий собою выносы рек Иркуты, Китоя, впадающего на 132 км,

и Белой — на 166 км, перемежающиеся с короткими участками коренного берега Ангары, высотой до 25 м, только за устьем р. Белой, в районе д. Бархатово (200 км), становится высоким, достигая 60 м над рекою. В этом районе расстояние между высокими коренными берегами уменьшается до 2 км, сохраняясь на участке длиной около 10 км. Дальше оно опять увеличивается за счет развития речной «поймы», главным образом составленной многочисленными и часто мощными и высокими



иногда даже низких крутых склонов.

Средний участок Ангары от Оки до устья Илима носит совершенно иной характер.



Река Ангара близ устья реки Белой

жения юры, из-под которых у Усолья появляется мощная свита более твердых известняков и сланцев среднего кембрия. Ниже г. Балаганска свита среднего кембрия покрывается песчаниками, мергелями и глинами верхнего кембрия и, в начале порогов, нижнего силура. Как юра, так и кембрий дислоцированы вообще слабо и река показывает в береговых обнажениях их пологие складки.

пс
нз
"с
у
р
у
п
с
д
о
и
п
г
г
в
е
с
с
т

узких местах уменьшаясь до 2 м.

Ниже Иркутска непосредственно к реке подходят возвышенности правого берега 100 и более м, а левый же, представляющий собою выносы рек Иркута, Китоя, впадающего на 132 км,

и Белой—на 166 км, перемежающиеся с короткими участками коренного берега Ангары, высотой до 25 м, только за устьем р. Белой, в районе д. Бархатово (200 км), становится высоким, достигая 60 м над рекою. В этом районе расстояние между высокими коренными берегами уменьшается до 2 км, сохраняясь на участке длиной около 10 км. Дальше оно опять увеличивается за счет развития речной „поймы“, главным образом составленной многочисленными и часто мощными и высокими островами, многие из которых достигают нескольких десятков км в длину. Образованы они коренными породами.

Высокий левый берег подходит к главному речному потоку выше г. Балаганска (290 км), где возвышенности правого уходят вглубь от реки. Такое чередование высоких берегов сохраняется вплоть до 400 км, после которого оба берега опять высоки и довольно ровно следуют вдоль оси потока со средним расстоянием между ними в несколько (от 2 до 5) км, почти вплоть до устья р. Оки (676 км).

На всем этом протяжении островистость реки остается столь же резко выраженной, как и выше, и почти на сотни километров речной поток разбивается одной-двумя лентами островов на два-три отдельных русла, лишь изредка соединяющихся во одно.

Геология верхнего участка может быть представлена следующей грубой схемой.

Первый отрезок верхнего участка реки характеризуется песчаниками юрского возраста за исключением верхних 6 км, где мы имеем граниты и кристаллические сланцы докембрия. В районе Усолья (154 км)—устья р. Белой (176 км), из-под юры выходят доломитовые известняки среднего кембрия. Немного выше г. Балаганска, в тех же известняках появляется горизонт, достигающий местами до 20 м мощности. Выше д. Коноваловой (327 км) этот ярус уходит под Ангару и появляется т. н. Балаганский ярус верхнего кембрия, составленный из аргиллитов и глинистых сланцев и средне-зернистых песчаников. Ниже с. Янды (400 км) этот ярус сменяется Олекским ярусом нижнего силура, составленным толщей белых и серых сахаровидно-зернистых песчаников, включающих горизонты слоистых известняков.

Речное русло на всем протяжении реки сложено галькой, однако толщина ее повидимому не велика, т. к. во многих местах на дне реки выходят коренные породы (плитняк). Глубины реки по стержню достигают как правило 3—4 м, и лишь в немногих островных местах уменьшаются до 1,2—1,5 м. Скорости течения по течению значительны.

Берега реки на этом участке заселены довольно слабо, однако все же значительно гуще, чем на остальном протяжении реки имеется ряд промышленных поселений, фабрик, заводов и более или менее крупных сел.

Средний участок Ангары от Оки до устья Илима носит совершенно иной характер.

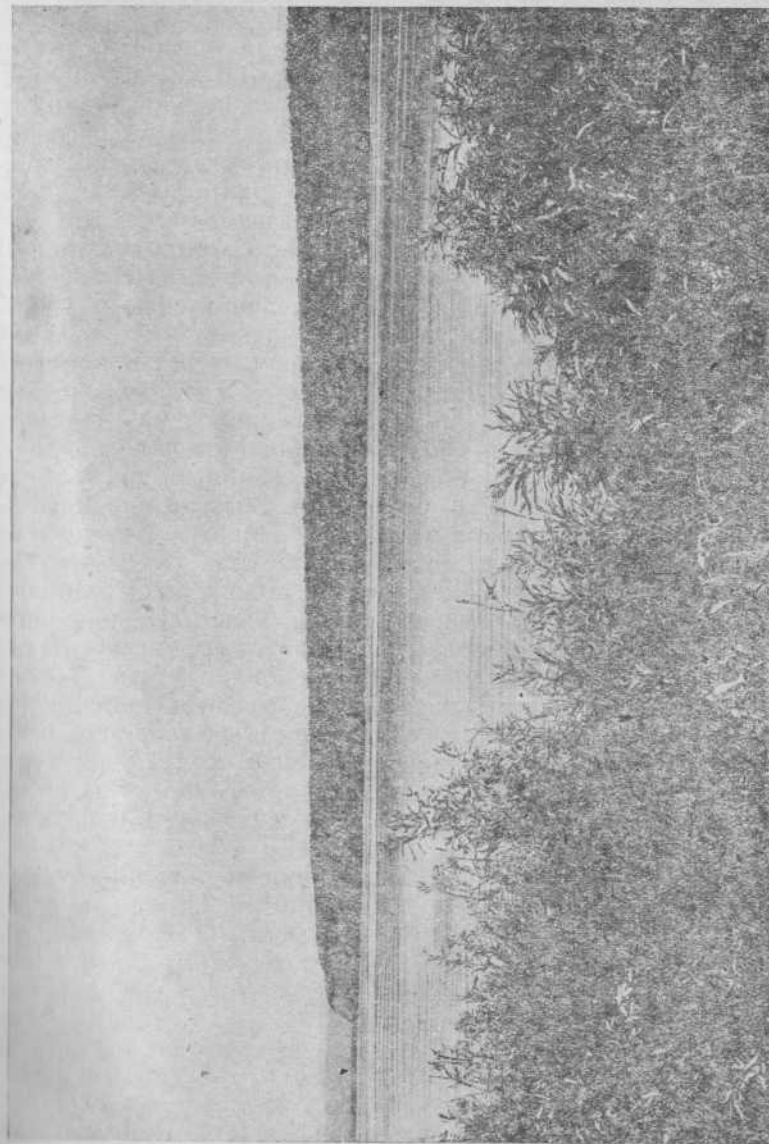
На этом участке река в плане дает от своего основного северного направления Σ -образное отклонение к западу, причем нижняя полка Σ относится еще к концу верхнего участка, начинаясь примерно от с. Б. Мамырь. Издали виден горный характер страны, простирающейся к северу от устья Оки; с самолета же резко выделяется изменение характера рельефа. Поскольку выше повсеместно виден лишь выработанный рельеф, при подходе к д. Б. Мамырь появляются на горизонте горообразования, дающие иллюзию крупных складок, вытянутых по простиранию с запада на восток. Абсолютная высота их не превысит 800—900 м, но относительная высота представляется значительной.

Вслед за большим расширением долины перед устьем р. Оки, в районе которого, под левым берегом, разбросано множество низменных островов, непосредственно ниже с. Братска Ангара входит в ущелье, ширина которого составляет несколько меньше 1 км. В конце этого недлинного ущелья лежит первый на Ангаре порог—Братский. Дальше следует неизменное чередование узких (порядка 1 км) и относительно коротких (3—5 км) ущелий с широкими озеровидными уширениями долины, наблюдающееся почти на всем протяжении участка. В каждом ущельи лежат пороги и шиверы—Пьяновский, Пьяный Бык, Падунский, Дубынинский, Седановская, Моргудоль и перед концом участка Шаманские: шивера, бык и порог. Берега этих ущелий представлены отвесными скалами траппов, толща которых в обнажениях доходит до 100 м. Долины притоков—узкие щели заканчиваются на значительной (до 20 м) высоте над урезом. В пределах отрезков уширений, достигающих в ширину до 8—10 км, трапповые обнажения в разрезе долины встречаются лишь на больших высотах. Эти уширения заполнены лабиринтами островов, многие из которых велики по размерам. Ущелье ниже с. Дубинина, в котором расположен Дубининский порог, наиболее узко, ширина реки здесь всего лишь 650 м, и образовано круто-падающими отвесными утесами траппов. Длина этого ущелья доходит до 15 км.

Нижние из препятствий, Шаманские, также образованы толщей траппов, пересекающей реку, причем несколько островов в этом районе являются теми же трапповыми скалами, высящимися в середине реки (о. Корабль, Тунгусский остр.).

Весь этот район представляет собою область обильных трапповых интрузий как пластовых различной мощности, так и жильных, в красноцветной толще нижнего силлур, слагаемой глинами и песчаниками.

Речное русло, подчиняясь геологической обстановке, то соединяется в один рукав, сжатый крутыми берегами и довольно глубоко промытый (в Падунском ущелье, ниже порога, — до 9,5 м), то разделяется на два, три и более параллельные мощные рукава, более мелкие. Весь участок не судоходен. Большие работы, предпринятые в конце прошлого столетия министерством



Наплыв Падунского порога

Путей Сообщения для налаживания взводного судоходства по Ангаре с помощью устройства туерной тяги, все же не позволили преодолеть пороги этого участка, и те два парохода, которые „прошли“ тогда Ангару вверх до Байкала,—Падунский порог обошли по рельсовому пути, уложенному на берегу.

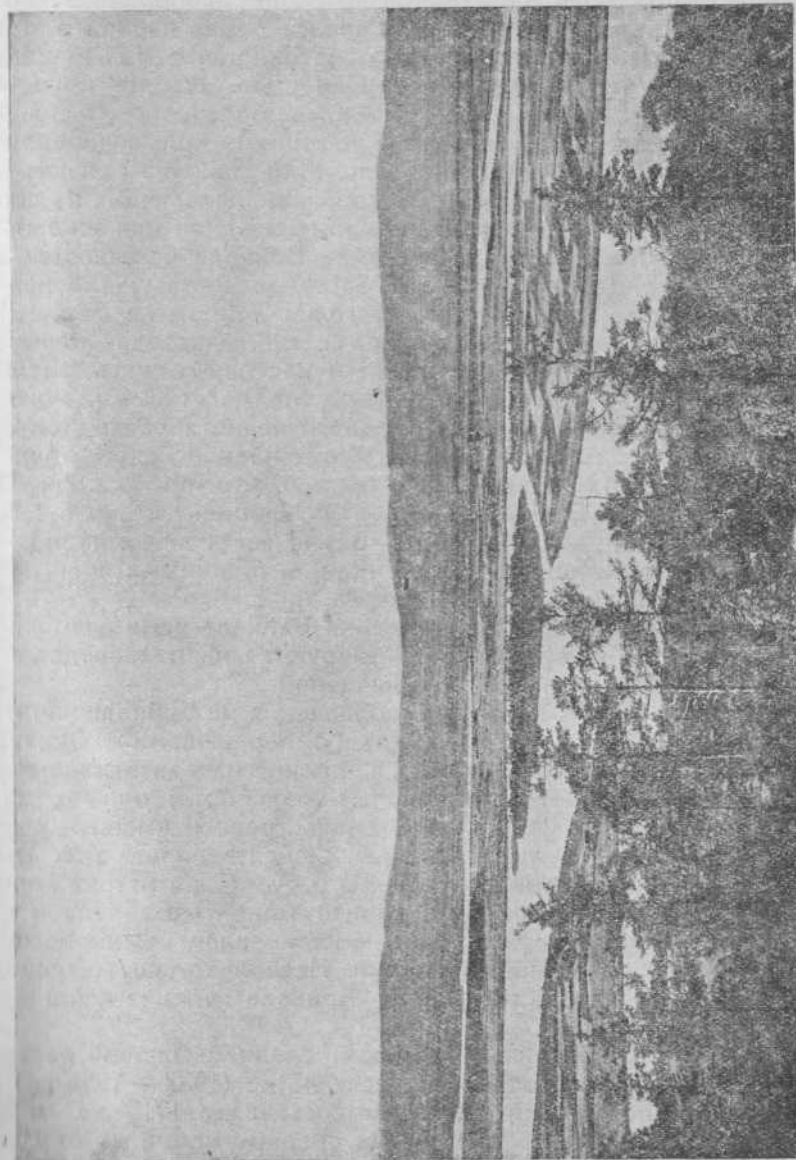
Трудная доступность района, в котором, несмотря на ее характер, Ангара является единственным путем для сношений с внешним миром, является одной из основных причин слабой заселенности района. Многие из сел расположены на островах, острова же преимущественно дают и пахотные земли.

Третий, нижний участок р. Ангары характеризуется значительно большей шириной и разработанностью долины. Как указывалось выше и здесь наблюдается множество выходов траппов в реке, множество шивер и перекатов и три порога—Аплинский, Мурский и Стреловский, но по общему впечатлению эта часть речной долины более древнего происхождения, чем соседняя, порожистая. Здесь не чувствуется уже такая частая перемежаемость ущелий и озер. Большое количество крупных островов сохраняется еще на значительном протяжении и исчезает примерно в 400 км от устья, где поток становится заметно более спокойным и величавым. Резко меняется общий облик реки на последних 100 км от устья нижнего и самого большого из притоков Ангары, р. Тасеевой. На реке становится „светло“, береговые склоны значительно ниже и более пологи. Сосна, господствующая на всем протяжении от Братска, здесь начинает сменяться черноельем. На всем нижнем участке реки рельеф берегов оставляет несомненное впечатление выработанного.

Население этого участка несколько более густое, чем в порогах, обладает большим количеством пахотных земель. Однако и здесь чувствуется полная отрезанность от внешнего мира, благодаря примитивности путей сообщения при большой их протяженности. Характер поселков своеобразен, во многих можно встретить дворы полностью мощеные деревом и избы архитектуры Руси XVII столетия.

Судоходство по нижнему участку реки поддерживается на 400 км от Енисея до Мурского порога, но оно далеко не регулярно и осуществляется случайными рейсами. Несомненно возможна его организация на этом участке на всем протяжении до устья Илима без шлюзования реки, но условия для него все же нельзя не признать тяжелыми, несмотря на достаточные глубины (4—5 м).

Гидрологический режим Ангары своеобразен. Гигантские размеры Байкала, природой созданного водохранилища в истоке р. Ангары, обуславливают максимально возможную естественную зарегулированность реки. Основные размеры Байкала: длина—623 км, средняя ширина—53 км, площадь зеркала—свыше 30.000 кв. км, максимальная глубина—1731 м, объем—23.000 куб. км, длина береговой линии—2200 км. Размеры озера по отношению к р. Ангаре могут быть охарактеризованы тем, что годовой сток Ангары для среднего года составляет около 1,5 м слоя Байкальского озера.



Разбой р. Ангары ниже Падунского ущелья

Влияние Байкальского озера сказывается на гидрологическом режиме р. Ангары на всем ее протяжении, несмотря на удвоение площади бассейна ее к устью.

Система, питающая Байкал, чрезвычайно разнородна. Наибольший из притоков Байкала — р. Селенга берет начало в Монголии и орошает большие степные пространства с малым количеством осадков и большой испаряемостью. Другие крупные притоки его, рр. В. Ангара и Баргузин, наоборот, имеют сильно залесенные долины (р. Баргузин — частично), при совершенно другой степени влажности. Мелкие притоки Байкала (числом до 330) круто падают с прибрежных гор, задерживающих на себе влагоносные ветры. В связи с этим нормы осадков для основных метеорологических станций в бассейне Байкала колеблются от 863 до 206 мм. Сеть разбросана в бассейне чрезвычайно неравномерно, и главная его часть — Монголия — почти не освещена наблюдениями. Но и в наших пределах, где, благодаря рельефности района, микроизменения климата настолько существенны, что в точках, отстоящих друг от друга на десятки км, можно иметь резко различающиеся метеорологические характеристики, сеть метстанций приходится признавать совершенно недостаточной и часто случайной. Отметим, как пример, что по бассейну р. Баргузина проф. А. В. Львов¹ вывел коэффициент стока в 1,54, а по бассейну Иркутка в 1,46, что объясняется несомненно не характерными показаниями метстанций, выбранными для подсчета и обобщенными по бассейнам.

Поэтому нормы стока для бассейна Байкала нами специально не освещаются и все выводы базируются на непосредственные данные гидрометрических наблюдений.

Систематические водомерные наблюдения на Байкале начаты с 1888 г. и насчитываются 46 лет (с перерывами). Однако, поставленные ведомством путей сообщения и переходившие из рук в руки (от Забайк. ж. д. к водному транспорту), они с трудом поддаются полной их увязке из-за смены реек и к настоящему времени полностью не восстановлены. Существенность этих данных обуславливается тем, что расходы р. Ангары в истоке хорошо ложатся на кривую связи с горизонтами оз. Байкала и по последним полностью может быть восстановлен режим истока Ангары для всех лет с наблюдениями. Несколько осложняющим элементом является констатация на Байкале явления сейшей с амплитудой до 12 см.

Согласно проработанным данным, средний годовой расход р. Ангары в истоке за последнее десятилетие (1922 — 1931 гг.) с несомненными исходными данными составляет 1715 *кб. м* в *сек.*, с колебанием для среднего года средних месячных от 2558 (сентябрь) до 1106 (апрель) и крайних за весь период — от 4400 *кб. м* до 1005 *кб. м* в *сек.* Приведение остальных лет наб-

людений условными приемами к нулю рейки Байкальского водомерного поста, дает для всего цикла наблюдений средний годовой расход в 1645 *кб. м* в *сек.* Ввиду условности приемов и незначительности расхождения впредь до окончательной обработки данных, принят средний многолетний расход в истоке 1700 *кб. м* в *сек.*, т. е. несколько меньше среднего за последнее десятилетие, чему отвечает горизонт Байкала 455,37 м. Годовой ход колебания расхода воды Ангары в истоке иллюстрируется чертежом № 4.

Как видно, минимум имеет место в апреле, максимум в сентябре, в промежутках же имеет место постепенное изменение расходов.

Годовая амплитуда колебания горизонтов составляет 0,74 м. Пределы колебания — 456,37 (отметка катастрофически высокого горизонта оз. Байкал 2 октября — 1869 г.) и 454,77 — апрель 1923 г., т. е. крайние пределы колебания горизонта составляют 1,60 м. В 1932 г. максимум 1869 г. был превзойден на 0,57 м (4.6.94).

По приведенным данным модуль стока для бассейна Байкала составляет 3 м в *сек.* с *кв. км.*, причем средний многолетний коэффициент стока (при принятой для всего бассейна средней норме осадков 285 мм) равен 0,32.

Замерзание оз. Байкала в Лиственниченском заливе, в районе истока Ангары наступает в первой декаде января, вскрытие во второй декаде мая. Самый исток реки никогда не замерзает на протяжении 10 — 12 км; причем граница ледостава на Ангаре отодвигается иногда до 40 км вниз по реке (1932 и 1933 гг.). Объясняется это явление подтягиванием глубинных слоев (до 400 м) теплой и чистой Байкальской воды в истоке, в сочетании с влиянием больших скоростей течения. Специальные термические наблюдения по профилю р. Ангары в районе истока (Шаманский камень) дают в самые холодные месяцы резко положительные температуры воды (см. таблицу).

Средние месячные температуры воды и воздуха в истоке р. Ангары

		Месяцы												
		VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	
Средние месячные температуры	Вода	1930-31	2,75	3,91	8,09	8,36	6,28	4,11	3,32	0,29	0,29	0,60	1,00	1,80
	Воздух	1930-31	9,8	18,0	11,2	7,7	3,1	-7,7	-12,4	-17,8	-17,0	-7,8	-1,4	6,8
	Вода	1931-32	3,25	4,12	7,81	7,16	5,98	4,78	3,17	2,10	0,70	0,92	1,13	—
	Воздух	1931-32	11,8	13,8	11,9	10,7	5,5	-3,1	-12,7	-10,0	-14,0	-8,5	2,1	—

¹ Львов А. В. Краткий гидро-геологический очерк долины р. Иркутка Иркутск, 1921.

Позднее образование ледяного покрова на всем протяжении р. Ангары, со значительным по отношению к моменту наступления отрицательных температур воздухом, отставанием, вместе с сильной степенью турбулентности потока, создают обстановку, благоприятную для переохлаждения водной массы и обильного выделения донного льда¹.

Ледостав на р. Ангаре неизменно сопровождается резким подъемом горизонта, достигающим до 3—4 и в некоторых случаях и до 5 м, наблюдающимся на всем протяжении реки.

К устью он снижается. Однако, на водомерном посту у с. Рыбного (1745 км от истока) этот подъем все же составляет около 2,0 м.

В течение зимы поверхностный лед садится по мере уменьшения шероховатости его нижней поверхности и проработки рекою нижележащих зажоров (см. чертеж № 5).

В зиму 1931—32 и 1932—33 гг. нами были организованы специальные работы по изучению зимнего режима р. Ангары в верхнем течении, ведущиеся Г. Г. И. Работы эти преследовали две основных задачи—исследование условий образования донного льда и наблюдение процесса образования ледяного покрова, его режима и разрушения. В связи с первой из этих задач были поставлены работы по изучению теплоотдачи со свободной водной поверхности, наблюдения за интенсивностью и обстановкой образования донного льда и наблюдения за ходом донных температур и влиянием их на термический режим водотока. Эти работы, дав для величины теплоотдачи количественные характеристики в различных метеорологических и гидрологических условиях, вместе с тем по вопросу о природе донного льда не смогли пока дать много нового. Констатировано влияние на интенсивность выделения донного льда, скоростей течения, степени переохлаждения и состояния воздушной среды (температура, ветер). Установлено, что температуры дна реки определенно положительны и не должны влиять на переохлаждение придонных слоев.

Цикл наблюдений по второй из задач, охвативших участок в 175 км от истока реки, дает следующую схему процесса формирования ледяного покрова: сплывающие по реке шуговые скопления, среди которых отдельные успели приобрести достаточные размеры и прочность, при благоприятных к тому условиях, где-то (острова, мель, крутые повороты, забереги и т. п.) задерживаются. Дальше шуга начинает скапливаться в этом месте, часть ее вздымается и образует торосы, а часть подтяги-

¹ Донным льдом исключительно обильны озерные реки—Ангара, Нева, Свирь, р. Св. Лаврентия и др. Можно думать, что здесь оказывается как их особый термический режим, так и прозрачность отстаивающейся в водоемах воды. Повидному, присутствию в других реках в воде, в стадии близкой к замерзанию, взвешенных твердых частиц, могущих явиться центрами кристаллизации, способствует скорейшему образованию ледовых масс, формирующих ледяной покров, препятствующий дальнейшему переохлаждению воды.

вается течением вниз и забивает живое сечение, образуя зажор. Этому отвечает подъем воды, смягчающий уклон реки и скорость, что помогает зажору окрепнуть. Подпор растет, уклоны выше по течению уменьшаются, и выше зажора образуются условия, благоприятные для образования ледового покрова. Эта схема осложняется обычно рядом подвижек, а в некоторых случаях—и полным разрушением зажора, но создание цепи зажоров является необходимым условием ледостава. На участке между г. Иркутском и с. Буреть (105 км) констатировано 19 зажоров разной мощности. Отмечается, что зажоры образуются обычно на препятствиях в конце длинного прямого участка реки.

Характеристика перемещения кромки льда вдоль по реке и стояния одинаковых горизонтов в разных точках дается на чертежах №№ 6 и 7, составленных нами по цифровым данным наблюдений 1932 и 1933 гг.

Эти графики хорошо иллюстрируют связь обоих моментов между собой.

Столь резкое повышение горизонта воды в реке зимою мешает во многих местах использованию прибрежной территории, а в некоторых случаях вызывает значительной силы зимние наводнения.

Дополнительное питание, поставляемое притоками—Иркутом, Китоем и Белой, на режиме Ангары не сказывается слишком резко.

Наблюдения за последним сконцентрированы для этого участка в с. Буреть (175 км от истока), где приращение водосбора составляет 54000 кв. км. Наблюдения Буретской гидрометрической станции за расходами воды велись в течение периода с 1917 по 1922 г. по НКПС и возобновлены нами осенью 1931 г. (водомерные с 1927 г.). Т. о. по Бурети мы располагаем гидрометрическими данными за почти полные 10 лет.

Обработка этих данных дает средний за период расход—2358 кв. м в сек. с диапазоном колебания от 6920 кв. м/сек.—максимум 17 июля 1932 г. до 1050 кв. м/сек., минимум 25 апреля—29 г. (см. чертеж № 8). Исключая чрезвычайно многоводный 1932 г., средний многолетний расход за нормальный период можно считать—2285 кв. м/сек.

Эти данные удовлетворительно согласуются с подсчетом среднего стока по приращению бассейна.

Для порожистого участка Ангары наблюдения поставлены на гидрометрической станции, расположенной в Падунском ущельи, на 3 км ниже по течению Падунского порога. Приращение водосбора здесь составляет 117 тыс. кв. км, из которых 80 тыс. приходится на бассейн р. Оки. Падунская гидрометрическая станция начала работать с 1928 года, однако, по этому створу можно восстановить наблюдения за 22 года. Одновременно с Падунской станцией начал функционировать створ на устьевом участке р. Оки.

К наступающему моменту, в связи с запутанностью старых данных, приведение их к основному створу еще не сделано и для характеристики водоносности Ангары в порожистом участке

мы располагаем лишь данными за последние 5 лет. Средний годовой расход за этот период, исключая многоводный 1932 г., составляет 2635 *кб. м в сек.* с крайними колебаниями от 8150 *м³/сек.* 14.VI—32 г. до 1223 *м³/сек.*—15/IV—30 г.

Ниже по течению мы имеем характеристику по створу Шаманского вод. поста, работавшего с 1893 по 1910 г. и вновь открытого в январе 1930 г. За период работы створа на нем замерено 11 расходов, дающих удовлетворительную кривую связи с Падун. Приращение водосбора для этого створа составляет всего лишь 13 тыс. *кв. км* и средний многолетний добавочный расход, при коэффициенте стока—0,4 и слое осадков—150 *мм*, составит около 60 *кб. м в сек.* Поэтому для Шаманского створа средний годовой расход можно принять—2700 *кб. м в сек.*

Ниже по течению Ангары систематических гидрометрических наблюдений пока не велось. Лишь в с. Рыбном (1745 *км* от истока) летом 1917 г. было замерено 8 расходов воды и кроме того, в самом устье р. Ангары в 1912 г. было определено три расхода (Обь-Енисейской партией б. МПС) и три расхода в 1929 г. (Енречфлотом). В 1932 г. гидрометрическая станция на р. Енисее у г. Енисейска открыла створ в нижнем течении Ангары, но данные ее пока не могут быть использованы. Исходя из нормы стока для дополнительной части бассейна, средний годовой расход в устье р. Ангары предварительно оценен в 3950 *кб. м в сек.*

График нарастания среднего расхода, принятый для кадастровой оценки мощности р. Ангары, приведен на черт. № 9.

Имеющиеся гидрологические данные на р. Ангаре не могут считаться достаточными для проектирования. Нужна еще большая работа по приведению в порядок старых данных, чтобы иметь возможность их благонадежно использовать. Использование старых материалов гидрометрии, трудное вообще на всех наших реках, особенно трудно на Ангаре, где из-за полного отсутствия службы речного пути в дореволюционное время, даже на судоходном участке реки водомерные наблюдения вообще не имели хозяина.

Трудность представляют и текущие наблюдения, гл. образом в зимние месяцы, т. к. изобилие шуги и взвешенного льда несомненно сказывается на нормальной работе вертушек. В районе истока, кроме того, как выяснено показаниями лимниграфа, сейши распространяются из Байкала в Ангару. На протяжении 12 *км* они почти сохраняют свою амплитуду. В какой мере они сохраняются до створа, где ведутся гидрометрические наблюдения, еще не выяснено, так как лимниграф там только что устанавливается. Однако, факт непрерывного изменения горизонта, в период измерения расхода, фиксирован.

В настоящее время эти осложнения в текущей работе учитываются, и ведется работа по анализу возможного влияния сейш на качество измерений прошлых лет.

Однако, несмотря на все недостатки гидрометрических и гидрологических данных, имеются и положительные моменты,

которые позволяют ими пользоваться с известной уверенностью. Режим Байкальского озера достаточно постоянен и больших колебаний годового стока Ангары не допускает. С другой стороны, зимний режим притоков Ангары в большей мере зависит от температуры зимы, чем от условий грунтовой аккумуляции, т. к. промерзание грунта распространено в сильной степени и т. о. год от года по зимним расходам, наиболее ответственным, не может давать сильных отличий.

Эти соображения компенсируют то недоверие к надежности исходных гидрологических данных, которое может возникнуть из-за отсутствия длинного цикла наблюдений.

Благодаря исключительно дождливому лету, 1932 г. дал нам возможность на всех основных станциях уловить измерениями катастрофический паводок, превысивший исторический 1869 г. на 0,57 *м* (по горизонту оз. Байкал). Таким образом и в этом отношении можно довольствоваться пока относительно коротким циклом данных.

Переходя к итогам наличия материалов, характеризующих р. Ангару в отношении возможности ее использования, в настоящий момент мы располагаем следующими:

1. Продольная нивелировка имеется на всем протяжении реки, причем выполнена она по участкам:

- а) исток—Иркутск—в 1917 и 1920 гг.—НКПС;
- б) Иркутск—Падун—в 1931 г. работа Гидэпа (Ангаростроя);
- в) Падун—устье р. Илима—в 1930 г. работа Л. О. Э;
- г) Устье Илима—Кежма—в 1932 г. работа Гидэпа;
- д) Кежма—устье—в 1929—1930 гг. работа Енречфлота. Ходы привязаны к сети прецезионного нивелирования по линии железной дороги и вместе с нивелировкой р. Енисей (Красноярск-Стрелка) 1911 и 1912 гг. дают замкнутый полигон.

2. Общие съемки. Участок исток—Иркутск имеет съемку НКПС 1920 г. в м. 1/10000, освещающую лишь речное русло.

В 1932 г. материал пополнен в необходимом для проектировок объеме в 1/25.000.

Участок Иркутск—д. Парамонова охватывается съемкой ГГУ в м. 1/50.000, выполненной в 1924—26—1932 гг. Речное русло в 1932 г. заснято в м. 1/10.000 Гипроводтрансом на главном протяжении участка, до г. Балаганска.

Участок Парамоново-Братск имеет съемку полунструментального характера по собственному руслу в м. 1/50.000, выполненную НКПС 1918 г. Пойма реки освещена в 1932 г. маршрутной съемкой ГИДЭП'а в масштабе 1/100.000.

Участок Братск-Кежма имеет общее освещение—лишь по длинным рекогносцировочной съемки 1887/1889 г. в м. 1/250.000 шкж. Чернцова, включающей, однако, в себя довольно густо инструментальные съемки в м. 1/10.000. Отрезок Братск-Дубиницкий порог заснят в 1931 г. фототеодолитом, но обработка его возможна частично. Участок Братск—Падун имеет промеры речного русла в м. 1/10.000 1931 г.

Участок Кежда—устье имеет инструментальную съемку, исполненную Упр. Енисейского речного флота в 1929—30 гг. в м. 1/50.000, освещающую речное русло и частично береговой рельеф.

3. Локальные съемки в м. 1/10.000 для мест, намечаемых под сооружения, выполнены по всем створам.

4. Геологическая характеристика маршрутно-рекогносцировочного порядка имеется для всего протяжения реки. Геологические съемки м. 1/200.000 охватывают почти сплошь участок исток—устье р. Илима. По районам расположения двух верхних из намеченных сооружений исполнена геосъемка крупного масштаба (1/10.000). Буровые работы на створах находятся в стадии производства.

5. Гидрологическая характеристика основывается на непосредственном измерении расходов на 3 постоянных профилях и 3 спорадических створах. По первым измерено всего 285 расходов, по вторым—65. Водомерными наблюдениями охвачено все протяжение реки, причем включая 1932 г. мы располагаем 191 годо-постом наблюдений.

Подходя к оценке, на основе имеющихся в распоряжении материалов, кадастровой мощности р. Ангары (см. черт. 9), приводим здесь лишь общие показатели по участкам, выведенные по среднему многолетнему расходу, считаясь с тем, что при озерном характере долины р. Ангары, постройка плотин на ней несомненно позволит в сочетании с Байкалом осуществить полное многолетнее регулирование стока.

Название участка	Длина км	Падение м	Средний много-летний расход куб. м в сек.	Мощность		Интегральная мощность тыс. л. с.
				Участка тыс. л. с.	Удельн. л. с. км	
Байкал—Иркутск	70	29,4	1722	605	8650	605
Иркутск—Бархатово	140	41,0	2919	995	7100	1600
Бархатово—Братск	166	72,5	2230	1937	4150	3537
Братск—Илим	289	93,3	2530	3760	10600	6597
Илим—Тасеева	819	181,0	3000	4710	5750	11307
Тасеева—устье	70	13,4	3913	631	9060	11941

Перейдем к освещению основных, питающих Ангару потоков. Как указывалось, главными притоками Байкала являются р. Селенга, р. Верхняя Ангара и р. Баргузин.

2. рр. Верхняя Ангара и Баргузин. Река Верхняя Ангара, впадающая в Байкал в северной его оконечности, имеет общее протяжение около 500 км. В верхнем своем течении она образует ряд порогов, протекая в ущельях, ниже

которых на протяжении полутораста километров течет в широкой долине, затем снова вступает в поро-жистый участок, протяжением 50 км, после чего принимает постепенно характер спокойной равнинной реки с широкой, залесенной и заболоченной, изрезанной меандрами и старицами, поймой.

При впадении в Байкальское озеро В. Ангара, несущая много наносов, образует обширную дельту. Все протяжение между ее устьями, составляющее около 20 км, занято образованием лагунного типа. В устьях рукавов имеются бары, почти закрывающие вход в реку с озера.

Расход воды р. Верхней Ангары, определенный на расстоянии 128 км от устья, составляет около 250 куб. м в сек. при среднем стоянии горизонта (август месяц).

Река Баргузин, впадая в Байкал с восточного берега (в Баргузинский залив), берет свое начало в гольцах Джергейского хребта, имеет протяжение около 370 км. Площадь бассейна—около 23.000 кв. км.

Верхнее течение Баргузина на протяжении 120 км выше устья р. Гарги, левого притока его, отличается очень крутыми уклонами. На протяжении следующих 260 км долина Баргузина представляет обширную, слабо покатую равнину, окаймленную горными цепями, изрезанную рукавами реки. Вступая в 50 км от устья, ниже г. Баргузина, в сжатый подходящими почти вплотную к реке хребтами каньон, река течет в одном русле до впадения в оз. Байкал.

Обе эти реки специальным энергетическим исследованиям не подвергались, и лишь в последние годы получили освещение со стороны их транспортных качеств (р. В. Ангара—в 1919 и 1932 г., р. Баргузин—в 1920 и 1925 г.). Правда, полуинструментальное обследование обеих артерий производилось в дореволюционное время (В. Ангара—в 1902 г. экспедицией Дриженко, р. Баргузин—в 1909 г. инж. Старицким), но материалы этих исследований оказались недостаточно подробными даже для транспортных целей.

Хуже обстоит дело с освещением гидрологического режима обеих рек, т. к. в связи с заинтересованностью лишь органов водного транспорта, водомерные посты на них функционировали только в периоды навигации.

3. Река Селенга. Селенга берет свое начало в Улясутайском округе внешней Монголии и образуется слиянием рек Эдер-Гола и Тельгир-Мурина.

Собирая свои воды с площади около 420 тыс. кв. км, р. Селенга имеет большое развитие своего бассейна. Длина основной артерии, считая от истоков р. Эдер, составляет около 1500 км. На один километр протяжения в среднем падает около 300 кв. км бассейна, что для рек В. Сибири является рекордным.

Основные реки селенгинского бассейна имеют следующие протяжения и площадь водосбора.

1. Тельгир-Мурин . . .	360 км	— 30 000 кв. км
2. Ханун-Гол	320 "	— 14.800 "
3. Эгин	130 "	— 10.000 "
4. Орхон	260 "	— 131.500 "
5. Джида	500 "	— 20.700 "
6. Темник	230 "	— 5.900 "
7. Чикой	715 "	— 39.000 "
8. Хилок	720 "	— 31.600 "
9. Уда	385 "	— 31.500 "

Характер Селенги на протяжении ее до устья правого притока Орхона, впадающего близ границы СССР, т.е. на длине 570 км, более или менее однообразен. Долину по обоим ее берегам окаймляют хребты, большей частью безлесные, одетые травой или редким кустарником, то отдаляющиеся друг от друга на расстоянии до 25 км, то сближающиеся до одного—двух километров.

Лесом покрыты лишь более высокие хребты, в верхнем течении исключительно лиственным, затем появляется сосна.

По мере приближения к границе СССР растительность спускается ниже в долину.

Нижняя терраса, возвышающаяся над уровнем реки на 2-4 метра и постепенно с небольшим уклоном подымающаяся к подножью хребтов, представляет собою одетые богатым травяным покровом луга.

На всем этом протяжении река течет в устойчивом галечном ложе, разделяясь на массу отдельных протоков и лишь изредка соединяясь в одно русло в местах подхода к ней обоих береговых хребтов.

Изобилие островов—черта, типичная для р. Монгольской Селенги.

Уклон реки, близ образования ее, достигающий до 0,002, постепенно сглаживается и ниже он определяется уже в 0,0007. Падение реки до границы СССР составляет 580 м.

Изредка, в русле реки встречаются перекаты и шиверы, образованные крупным галечником.

В пределах Союза, от границы, недалеко от устья Орхона и до впадения в озеро Байкал, на протяжении около 420 км долина р. Селенги сохраняет в общем тот же озеровидный характер. В эрозионных участках, пересекающих хребты (Боргойский, Цаган-Дабан, Ганзуринский, Хамар-Дабанский), ширина долины уменьшается до 1—2 км, а местами—даже до нескольких сот метров. Здесь более или менее крутые склоны обрываются у воды или у поверхности террасы обнажениями. В продольных впадинах между хребтами долина реки имеет до 5—10 км ширины, и в уровне нижней террасы мы встречаемся

с обширными заливными лугами, пересеченными рукавами реки. На верхних террасах лежат пашни, степи, местами леса, местами сыпучие пески (у д. Мохонохой и у г. Старо-Селенгинска). Речное русло в этом участке становится легко подвижным, т. е. грунт ложа меняется на песчаный и песчано-илистый. В устье реки, на Байкале, образовалась обширная дельта, общей площадью до 700 кв. км и протяжением вдоль Байкала—около 40 км.

Общее падение реки от границы СССР до Байкала составляет около 140 м.

Геология долины р. Селенги довольно сложна. Здесь мы встречаемся с молодой альпийской складчатостью, дающей достаточно пеструю возрастную характеристику обнажений, выходящих в долину реки. В местах озеровидных расширений встречается преимущественно юра и послееюрские отложения, сильно инвандированные гранитами, сиенитами, базальтами и пр. Пересечения реки хребтами, в главной части своих обнажений дают граниты, диориты, сиениты, гнейсы, порфириды, мелафиры и метаморфические сланцы.

Гидрологическая характеристика Селенги затрудняется недостатком данных наблюдений. Сколько-нибудь длительный цикл наблюдений НКВода охватывает лишь периоды навигации, между тем, как показывают наши измерения, этой реке свойственна резкая неравномерность расхода в течение года. За несколько лет имеется цикл водомерных наблюдений у г. Улан-Удэ.

Характерными для Селенги являются значительные весенние паводки вслед за вскрытием ледяного покрова, иногда превышающие их летние половодья, связанные с поздним таянием снегов в верховьях притоков, оттаиванием слоя мерзлоты в районах ее распространения и, главным образом, интенсивностью осадков в бассейне в летние месяцы. Зимние расходы резко уменьшаются.

Особенностью Селенги, среди других рек края, является обилие твердого стока и большая для водотоков Вост. Сибири мутность воды.

Водоносность р. Селенги, водосбор, которой составляет около 80% от водосбора Байкала, можно установить довольно точно, исходя из показаний о расходе воды в истоке р. Ангары, в сильной степени зависящего от поступлений расхода р. Селенги.

Анализ данных за длительный период позволил принять следующие показатели для средних многолетних величин, характеризующих водоносность Селенги:

Норма осадков—281 мм.

Коэффициент стока 0,31.

Модуль стока—2,75 литр в сек с кв. км.

Непосредственное измерение расходов на профиле у с. Китилина, ниже устья р. Хилка, (площадь водосбора 236.000 кв. км) дает колебание расходов в пределах от 45 куб. м в сек. (13 марта) до 5570 куб. м в сек. (8 августа).

Исследования р. Селенги в последнее время проведены Вост. Сибирским Гипроводтрансом, как в наших пределах, где в 1931 г. была выполнена съемка в м. 1/10000 всего протяжения, так, частично, и на территории Монголии. Геологически район освящен в общем удозлетворительно, имеются съемки в м. 1/200.000 почти для всего протяжения. Гидрометрические наблюдения начаты нами лишь в 1931 г. Частичное гидрометрическое освещение имеют и основные притоки р. Селенги.

4. р. Иркут. Одним из наиболее интересных, в смысле использования водной энергии, притоков р. Ангары является ее верхний левобережный приток Иркут, впадающий в Ангару у гор. Иркутска на 71 км от истока.

Образуется он слиянием рек Белого и Черного Иркута, из которых последний и считается собственно Иркутом. Полная длина Иркута от истока до впадения в Ангару составляет 468 км, при площади бассейна—15300 кв. км. Общее падение реки составляет 1546,5 м. Белый Иркут берет свое начало с северного выступа вершины Мунку-Сардык; Черный Иркут, вытекая из оз. Ильчир в западном направлении, и круто поворачивая затем на юг, по слиянии с Белым Иркутом на 37 км от истока, принимает восточное направление и сохраняет его на всем среднем течении до впадения притоков—рр. Быстрых.

Долина Иркута, от оз. Ильчир до впадения левого его притока Ихе-Угун представляет высокогорную страну, сильно рассеченную глубокими долинами речек, с альпийскими видами и издалека видной, всегда покрытой снегом, основной вершиной восточных саян Мунку-Сардыком.

Река на этом участке имеет средний уклон 0,0085, течет со страшной быстротой между осыпями крутых горных склонов, голых в верхних зонах, лишь вблизи реки приобретающих растительный покров.

Ниже впадения Ихе-Угуна Иркут вступает в Тункинскую котловину, свыше 30 км шириной, плодородную и довольно густо заселенную, и принимает характер равнинной реки, извилистой, с большим количеством островов и стариц.

За Тункинской котловиной Иркут проходит через сужение Еловского отрога, представляющего собой широкую и относительно небольшую возвышенность, полого понижающуюся в сторону Тункинской котловины и несколько более круто—к востоку, в сторону т. н. Торской котловины, менее широкую, чем Тункинская, но с такими же условиями протекания реки, и выходит в нее.

Приняв в начале Торской котловины два больших притока—Дзон-Мурын и затем р. Тибельти, Иркут становится уже значительной рекой до 200 м ширины и более 3 м глубины. Средний уклон всего этого участка составляет 0,0007.

По выходе из Торской котловины Иркут делает несколько больших излучин, т. н. Куркутские повороты, и входит в расширение долины, образуемое правыми притоками, рр. Большой и Малой Быстрыми.

В этом месте Иркут подходит очень близко к Байкалу (18 км), причем уровень Иркута на 192 м выше уровня оз. Байкала.

В 16-ти килом. ниже Б. Быстрой, Иркут входит в наиболее характерную часть своей долины, которая на протяжении 80 км (от Куличьего Носа до Мот) представляет глубокое узкое ущелье, где река описывает, и начиная от утеса Куличий Нос, вокруг Зыркузунского хребта огромную петлю, около 80 км. длиною. Отклонившись затем на северо-восток, река и дальше течет в таком же ущелье, образуя на этом участке целый ряд порогов и шивер, наиболее серьезными из которых являются Куличья шивера с довольно большими скоростями течения, Зубкогонская шивера (ниже р. Зубкогон), Большой порог, Мойготский порог, Косая шивера, Зазарский порог и др. Уклон реки на этом участке не менее 0,002.

Ниже горы Шаманки долина резко расширяется, и уже у д. Моты, первого населенного пункта этого участка, она имеет несколько километров ширины. Река здесь теряет свой горный характер и, хотя правый берег местами еще крут и высок, левый берег становится равнинным.

В этом течении Иркут изобилует островами и большим количеством стариц, достигающих иногда значительной длины. На 20 км от устья Иркут принимает довольно значительный приток—реку Олху.

Уклон Иркута на этом равнинном участке в среднем составляет 0,0003.

Геологическое прошлое долины Иркута достаточно сложно и, несмотря на многочисленные экскурсии геологов, множество загадок остается неразрешенными. Сюда, между прочим относится история водораздела между Иркутом и оз. Байкалом, признаваемым некоторыми (Крапоткин, Львов и др.) старым руслом Иркута, гигантские надвиги ее свиты докембрия на отложения юрской свиты и др. проблемы. К тому же дислокации, принимающие здесь пожалуй наибольшее развитие и изобилие шибекций (пегматитов, гранитов) и покровов (базальты) чрезвычайно осложняют обстановку. Общей схемой геология Иркутской долины, таким образом, охарактеризована быть не может.

В нижнем горном участке реки мы встречаемся с гнейсами, метаморфическими сланцами, кристаллическими известняками, гнейсами, базальтами и, наконец, юрскими отложениями, причем толща последних, представленная песчаниками, черными глинисто-туфогенными сланцами, туфами, известняками и мергелями, в наиболее для нас интересном районе меланитизирована.

В долине Иркута, как в пределах Тункинской и Торской котловин, так и в Быстринском ущелье, встречается перемежающаяся с таликами вечная мерзлота. Наблюдения, организованные нами в 1930 и 1931 гг., позволили констатировать новые озерные образования, совершающиеся на глазах, что приводит к мысли о довольно интенсивном оттаивании мерзлоты.

Подчеркнем здесь и сейсмичность долины, характеризованную выше.



Река Иркут у утеса Куличий нос

В гидрологическом отношении Иркуту присущи все особенности горных потоков. Чрезвычайно большой диапазон колебания расходов, внезапное и многократное наступление резких и кратковременных паводков, отвечающих дождям и резкому потеплению, высокие нормы для коэффициента и модуля стока, очень малые расходы зимой и вместе с тем большая водоносность потока в среднем за год—все эти признаки горных рек полностью справедливы для Иркута.

Гидрометрических материалов по Иркуту немного. Вполне благонадежными можно считать лишь наблюдения с августа 1930 г., организованные нами в районе устья р. Б. Быстрой. В том же районе в 1920—22 г. функционировал гидрометрический пост Сибисполвода, с замером 12 расходов, однако данные этих измерений приходится признать преувеличенными. Кроме того, с 1917 по 1920 г. велись наблюдения за расходами у пос. Селивановского вблизи устья Иркута (20 расходов), но неудачное положение створа в зоне подпора высоких вод Ангары позволяет воспользоваться ими лишь после специальной обработки. С 1927 г. по 1930 г. функционировал пост в нижнем течении реки у с. Смоленщина. Т. о., удалось восстановить, с некоторой условностью, режим реки за периоды с 1917 по 1921 и с 1927 по 1931 г., т. е. за 8 лет. По этим данным, средний расход реки за весь период составляет 125 *кб. м* в сек. для района устья р. Быстрой; площадь водосбора составляет здесь 12.000 *кв. км*.

Для установления многолетнего режима удалось воспользоваться вполне удовлетворительной корреляцией между средними годовыми расходами р. Иркута и годовыми суммами осадков в Иркутске, исправленными на отклонение летних температур от нормы, в связи с тем, что повышение летних температур дает отчетливое увеличение стока Иркута из-за таяния ледников в истоках. Таким образом удалось восстановить средние годовые расходы Иркута за 48 лет, на основе чего средний многолетний расход можно считать порядка 120 *кб. м* в сек.

Максимальный расход Иркута для паводка 1912 г., отмеченного сносом моста близ устья р. Иркута, подсчитан в 3580 *кб. м* в сек. Последние два года дали возможность непосредственно измерять паводки очень большой силы. Пик паводка 1931 г. составил 1583 *кб. м* в сек., паводка 1932 г.—2328 *кб. м* в сек. По формуле Кригера для пика, с вероятностью раз в сто лет, максимум получен в 4280 *кб. м* в сек.

Наблюденный минимум расхода составляет 14 *кб. м* в сек. По указанным выше данным коэффициент стока для части бассейна выше р. Быстрой составит 0,57, модуль стока—10 литров в сек. с *кв. км*.

Метеорологическая сеть в бассейне немногочисленна. Нами в 1930 г. установлена станция в истоках Иркута на оз. Ильчир (на абс. высоте 2120 *м*), непрерывно с тех пор функционирующая. Кроме того, имеются станции в с. Монды, в с. Аршан, в с. Тунке, в с. Шимки и на гидрометрической станции у р. Быстрой.

Приведенные данные удовлетворительно характеризуют водоносность реки в районе устья рр. Быстрых, достаточных же данных для суждения о нарастании расхода вдоль по реке не имеется. В связи с этим для предварительной кадастровой оценки мощности р. Иркута взят принцип распределения этого расхода пропорционально нарастанию площади бассейна, считаясь с более или менее однообразным характером горной части бассейна.

Освещенность долины Иркута топографическими материалами удовлетворительна. Весь бассейн имеет съемку в м 1/84000 с горизонталями через 10 саж., относящуюся в главной части к 1910—1912 гг. Съемки отдельных участков велись Иркутским рупводом и Сибисполводом в 1919 и 1920—21 г. Данные последнего низкого качества. Тункинская котловина имеет съемку земорганов в м 1/10.000 (1924—25 г.), но без рельефа. В 1930—31 г. нашими работами выполнены рельефные съемки в м 1/25.000. Торской и части Тункинской котловин, продолженные вниз по реке до утеса Куличий нос в м 1/10.000 и 1/5000, проведенные через водораздел с бассейном Байкала до берега последнего. Низовья Иркута засняты Госземтрестом в м 1/5000 в 1931 г.

Сверх того нами засняты в м 1/2500 отдельные участки, намечаемые под сооружения при разных схемах использования нижнего течения Иркута.

Все протяжение Иркута от устья и до истока в 1931 и 1932 г. пройдено двойной нивелировкой, увязанной прецизионным ходом от ст. Култук на оз. Байкале до репера Быстринской гидрометрической станции.

Кадастровые подсчеты произведены лишь для среднего годового расхода, ввиду недостаточности гидрометрических материалов для всего протяжения реки, считаясь также с тем, что для нижнего течения реки, наиболее интересного для утилизации, природные условия создают возможность устройства мощного водохранилища, достаточного для годичного регулирования расхода (см. черт. № 10)

По отдельным участкам мощности потока характеризуются цифрами следующей таблицы.

Название участка	Длина км	Падение м	Средний расход на участке кб. м в сек	Мощность		Интегр. местн. л. с.
				Участка л. с.	Удельн. л. с. на 1 км	
1. Исток—устье Ихе-Угун	140	1195,1	12,0	171,557	1225	171,557
2. Устье Ихе-Угун, устье р. Б. Быстрой	185	129,5	62,2	96,742	522	268,299
3. Устье Б. Быстрой д. Моты	81	170,0	122,0	248,688	3070	516,987
4. Моты—Устье	62	51,9	128	79,650	1287	596,637

Как видно из этой таблицы наибольший интерес представляет, в отношении использования его энергии, третий участок, причем природные условия позволяют, как это будет показано ниже, частично использовать падение четвертого и второго участков в той же установке.

5. Река Китой. Второй из притоков Ангары, р. Китой, впадающий в Ангару в 132 км от Байкала, имеет истоки недалеко от р. Иркута, в падах горного узла Нуху-Дабан, на абсолютной высоте 1857 метр. Направление течения в общем однообразно—на С.-В., до впадения в Ангару.

С севера бассейн ограничен от бассейна р. Белой Китойскими белками и с юга—от бассейна р. Иркута—Тункинскими альпами и имеет вытянутую, по направлению течения, форму.

Общая длина Китой составляет 322 км. Падение на этой длине—1450 м.

По характеру течения Китой можно разделить на два участка; верхний—от истоков до пос. Дабадуй (148 км от истока), и нижний—до устья; на протяжении верхнего течения Китой представляет собою горную реку с значительными расходами воды зимой—порядка всего 3—4 кб. м в сек. и большими летними паводками. Долина реки на этом участке сжата крутыми склонами окаймляющих ее горных хребтов, вершины которых поднимаются в виде гольцов. В падах большую часть года лежит снег.

Породы, в которых река промыла себе русло, представлены кристаллическими сланцами, известняками и гранитами. Толща известняков и сланцев перебита жилами кварца и сильно оруденела. Очень большим распространением пользуются также крепчайшие нефритоподобные змеевики. Иногда русло реки преграждается огромными глыбами этих пород и река бурно прорывается в них отдельными рукавами, образуя водопады.

Приняв на протяжении описываемого участка значительное количество мелких притоков, река расширяет свое русло и, при впадении в нее притока р. Китойкина, имеет до 100 м ширины, но мелководна и быстра.

На протяжении от устья р. Шумак (75 км) до устья ручья Ихе-Гол (95 км) река описывает большую петлю. Это место носит название „щек“. Река промыла здесь в сланцах глубокое ущелье. Отдельные глыбы камня, упавшие в русло реки, достигают объема 500 кб. м. В этих осыпях Китой образует ряд водопадов. „Щеки“ Китой совершенно непроходимы в летнее время при больших расходах в реке, и передвижение в районе ущелья возможно только зимою, после того, как река покрывается льдом.

Падение реки в верхнем участке составляет 1000 м, а уклоны на отдельных отрезках участка в „щеках“, достигают 0,023.

По выходе из „щек“ долина Китой расширяется, хотя и носит еще на протяжении ок. 100 км горный характер. Здесь река разбивается на отдельные протоки, образуя острова, иногда значительных размеров. Глубина на плесах достигает 1,5—2 м, падая



Река Китой в нефритовых «щеках»

на перекатах до 0,4 м. На 200 км от истока русло реки засорено камнями, образующими порог (Дмитриевские камни).

За порогом долина Китоя становится очень широкой и река входит в низкие берега, делая большие петли; островистость здесь очень развита. Такой характер долины и реки сохраняется до Ангары; глубины в плесах превышают 2 м; но попрежнему часты переборы, на которых глубины падают до 0,5—0,7 м, а в отдельных местах—и меньше.

Невдалеке от впадения в Ангару (на 286 км от истока), Китой имеет еще один незначительный порог, так назыв. «Каменные ворота».

В верхнем течении притоки Китоя представляют собою скорее ручьи.

В нижнем течении имеется ряд притоков значительных размеров, наиболее крупными из которых являются Китойкин (с левой стороны), Тойсук, Ода и Картагон (с правой стороны).

Бассейн Китоя, в преобладающей своей части, представляет высокогорную страну, чем определяется гидрологический тип реки; из всех рек Ангарского бассейна Китой обладает наибольшей неравномерностью стока, особенно в верхней части течения. Данных непосредственных измерений расходов по Китую мало; особенно незначительны сведения о зимних расходах. Зима дает, вообще говоря, малые расходы, опускающиеся до минимума в конце марта—начале апреля; максимальных значений расходы достигают в июле.

Гидрометрические наблюдения по Китую производятся на гидрометрической станции в сел. Ясачном, в 46 км от устья, функционирующей около 3½ лет, продолжительных водомерных наблюдений также не имеется. Сравнение расходов Китоя у Ясачного с расходами Иркуты у Быстрой, при отношении площадей водосборов 0,63 дает отношения расходов Китоя и Иркуты изменяющиеся от 0,7 до 1,05 за летние месяцы, и около единицы—за зимние, причем может быть отмечен некоторый сдвиг расходов Китоя вперед по времени. Таким образом, среднее многолетний модуль стока для Китоя должен быть несколько большим, чем для Иркуты; вероятно предположить, что он достигает 11—12 литров в секунду с кв. км, что дает среднее многолетний расход для устья—100—110 куб. м в сек.

Вс рытие Китоя в нижнем течении происходит обычно в конце апреля—начале мая, а замерзание—в конце октября—половине ноября.

Замерзание, также как и на Ангаре, сопровождается повышением горизонта, обусловленным образованиями зажоров, вызванных шугою, а вскрытие—понижением уровня.

Исследования Китоя выполнены нами в 1930 г. (верхний участок) и в 1931 г. (нижний). В результате имеются продольный профиль реки, полученный по инструментальной нивелировке, планы всей долины в м 1/25000 с горизонталями через 10—20 м составленные полуинструментально, съемки речного русла по косым галсам в нижнем течении, маршрутная геологическая

характеристика всей долины и отдельные измерения зимних расходов воды, сделанные по ходу экспедиции, и дающие некоторый материал для суждения о нарастании расхода, сверх стационарных гидрометрических наблюдений у с. Ясачного и на створе у пос. Добатый.

Кадастровая оценка мощности р. Китоя сделана, ввиду недостаточности гидрометрических материалов, по среднему годовому расходу (см. черт. 11). Нужно отметить, что регулирование Китоя в полной мере вряд ли удастся осуществить, и т. о. приводимые цифры имеют скорее показательный, чем реальный характер.

	Название участка	Длина		Средний расход на участке	Мощность		Интегральная мощность
		к.м.	м.		л. с.	л. с/км.	
1	Исток—водопад	46	407	9	44000	950	44000
2	Водопад—м. Шумак	52	907	26,5	176000	3100	220000
3	Р. Шумак—устье	223	543	65	394000	1770	614000

6. Река Белая. Река Белая впадает в Ангару на 166 км от истока. Длина ее—около 300 км, площадь бассейна—20.000 кв. км. В отличие от вытянутых вдоль основной водной артерии бассейнов других левобережных притоков Ангары, бассейн р. Белой имеет веерообразную форму, собирая в р. Большую Белую сток ряда крупных притоков, рр: Ерма, Онота, Урика, Малой Белой.

Исследования р. Белой были выполнены в 1932 году.

Река Большая Белая берет начало в Саянах с Ботугольского гольца, известного по нахождению на нем Алиберовского графита. Верховья реки Урика вплотную подходят к тому же горному узлу, с которого берут свое начало реки Иркут и Китой.

В верхнем течении р. Б. Белая имеет большую концентрацию падения и течет в одном русле, подмывая скалистые берега, круто или отвесно падающие к воде. Но, даже в этом участке крутые берега чередуются с пологими и участков т. н. «щек» по р. Б. Белой немного. Приняв крупный приток р. Урик, почти равный ей по водонесности, р. Б. Белая значительно расширяет свою пойму, разбивается на протоки, однако падение ее еще велико и русло изобилует шиверами и перекатами.

Ниже впадения р. Малой Белой река принимает равнинный характер. В низовом участке она собирается в одно довольно глубокое русло и отличается достаточной глубиной и малыми скоростями течения.

Вся система р. Белой, бассейн которой интенсивно используется для лесоразработок, служит для сплава леса.

Гидрометрические наблюдения ведутся нами с 1931 г. на створе, расположенном у с. Мальта в 23 км от устья. Цикл наблюдений охватывает 3 года. Старые данные по водомерным наблюдениям относятся к с. Тайтурка, на 6 км выше с. Мальты. По створу у с. Тайтурка имеются расходы, замеренные в 1920 г. и в период с 1927 по 1930 г.

В основном режим р. Белой идентичен режиму соседей, — рр. Иркут и Китой.

В 1932 г., в связи с задачей изучения развития карстовых явлений, в районе устья р. Белой были поставлены одновременные наблюдения за расходами воды на двух створах, расположенных в расстоянии 20 км друг от друга в наиболее подозрительном по закарстованности участке реки. Эти наблюдения не дали сколько-нибудь показательных результатов по утечке воды из реки в карст. Т. о., можно считать, что при современном базисе нет оснований опасаться факта утечки воды из реки. Однако, в системе р. Белой имеются водотоки, берущие свое начало из карста (р. Голуметь).

Средний годовой расход воды в устье р. Белой, на основе старых гидрометрических данных и сопоставления с соседними притоками Ангары, оценивается в 160 куб. м в сек.

Повидимому река Белая не представляет собой объекта, интересного в отношении использования ее как источника гидравлической энергии, благодаря развитию в ее бассейне карста с одной стороны, и большой расчлененности бассейна, с другой, т. к. в тех участках реки, где возможна значительная концентрация напоров, расходы не будут большими. С другой стороны, нижнее течение реки используется для судоходства с малыми осадками на участке от Хайтинской фарфоровой фабрики до устья Ангары.

7. Река Ока. Следующим крупным притоком Ангары, идя вдоль по течению, является р. Ока, имеющая исток также в Восточных Саянах, недалеко от истоков реки Иркут. В верхнем течении Ока имеет направление на С-З., сохраняя его на протяжении около 125 км, затем поворачивает на С-В.; постепенно меняя это направление, к месту пересечения ее линией Восточносибирской железной дороги (460 км от истока), на северное; к северу от железной дороги река течет меридионально, образуя местами большие петли, наиболее значительной из которых является Барлукская излучина, между сел. Усть-Када и Заваль.

Площадь бассейна р. Оки составляет ок. 80000 кв. км за счет значительного развития сети притоков. В числе последних, р. Ия, впадающая в Оку на 85 км от устья, приближается по мощности к Оке и имеет площадь бассейна, равную 30.500 кв. км.

Исток р. Оки расположен на абсолютной отметке 1933 м. Общее падение ее составляет 1622 м, при длине 985 км.

По характеру течения р. Ока может быть разделена на два участка—верхний, на протяжении от истока до выхода реки из гор, в 80 км выше линии жел. дороги, длиной 410 км с общим падением около 1425 м и нижний—до впадения в Ангару у

Братска, длиной 575 км с общим падением — около 200 м. Ока вытекает из небольшого высокогорного Окирского озера, имеющего размеры около 600 на 200 м.

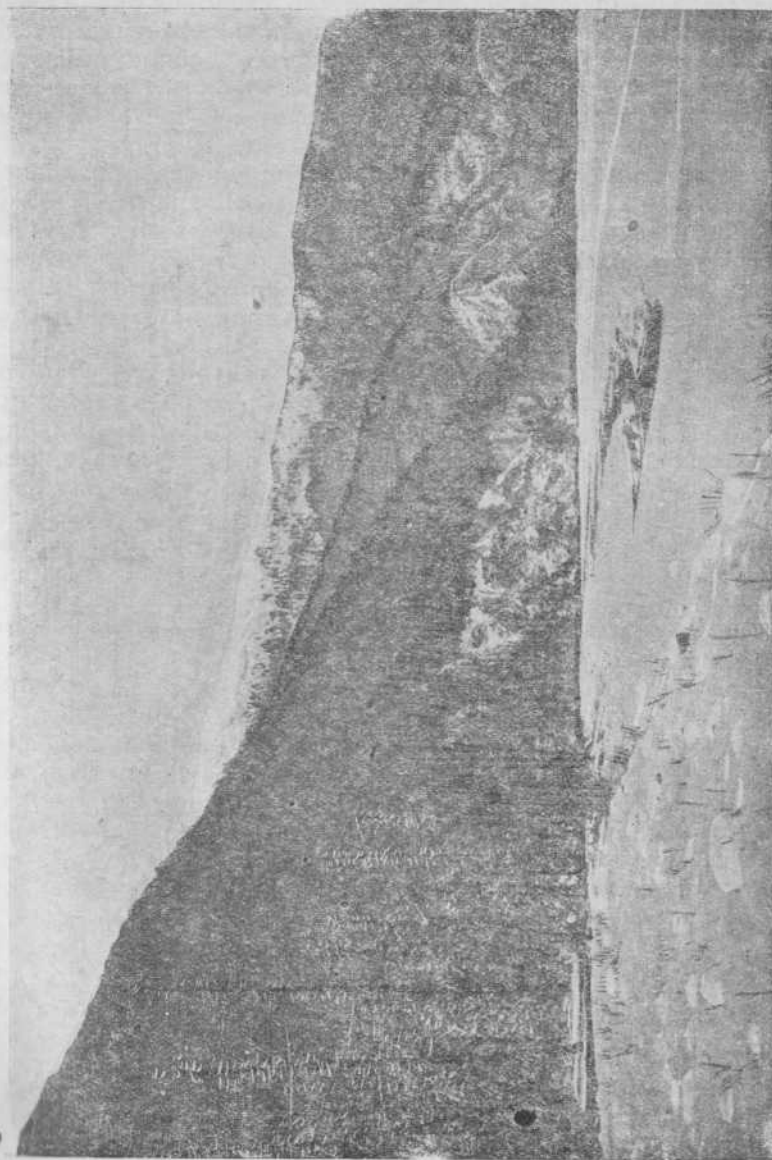
Вскоре после выхода ее из озер, р. Ока значительно расширяет свою долину, сохраняя ее в общем широкой до устья р. Дибь (110 км от истока); в одном лишь участке выше р. Букусон на небольшом протяжении встречается ущелье глубиной 30—40 м. Геологическое строение этого отрезка характеризуется распространением филлитов, метаморфизированных песчаников и иногда известняков. Изверженные породы представлены пятнами гранитов, диабазов (ущелье у р. Букусан) и реже базальтов.

На следующем отрезке верхнего участка, от устья р. Дибь до устья р. Илеи (90 км), можно отметить частое чередование значительных уширений долины с недлинными ее стеснениями. На этом участке на общем фоне известняков, отмечается частое появление в обнажениях гранитных массивов. В устье р. Жем-Булак отмечен лавовый покров, преградивший долину Оки, обусловивший образование выше его течения широкой котловины и прорезанный затем рекою.

От устья р. Илеи и до выхода р. Оки на равнину (210 км) мы имеем наиболее характерный участок — ущелье. Река здесь пересекает горный массив, обнажая в береговых склонах сначала известняки, затем филлиты и метаморфизированные песчаники, обильно инецированные гранитами, сиенитами и гранито-гнейсами. Наибольшее сжатие долины наблюдается в верхнем отрезке этого ущелья, выше притока Хойти—Оки, где река при летних распадах считается недоступной даже для сплава и где распространены небольшие, но частые пороги. Ширина ущелья на урезе воды составляет 100—150 м.

Примерно на 80 км выше пересечения реки железной дорогой горный рельеф уступает свое место холмистому и характер реки резко меняется. Принимая в себя два значительных притока — рр. Тагну и Зиму, р. Ока становится многоводным потоком с шириной в одном русле 200—250 м с многочисленным числом островов и широкой долиной, окаймленной пологими и залесенными склонами с мягкими очертаниями. Лишь в немногих местах река подходит к этим склонам вплотную, образуя иногда обнажения преимущественно серых кварцевых сахаровидных песчаников нижнего силлуря и в трех районах пропиливает трапповые интрузии (Барлукская излучина, падь Унтулик, Б. Кадинский и Б. Окинский пороги близ устья). Ширина долины на протяжении нижнего участка, в котором река дает многочисленные излучины, составляет 3—5 км, увеличиваясь местами до 10 и более км. В 40—50 км от устья, где расположены два порога, имеющиеся на р. Оке, река течет опять в стесненном довольно высокими берегами (30—50 м) ущельи.

Крупнейшим притоком Оки является р. Ия, впадающая в Оку в 70 км от устья. Длина Ии составляет 585 км, падение ее вряд ли многим уступит падению р. Оки. В горной части харак-



Река Ока в 250 км от истока

тер Ии, надо сказать совершенно не изученной, несомненно аналогичен характеру р. Оки. Однако, и по выходе из гор, р. Ия, прорезая район обильный выходами траппов, течет в крутых и довольно высоких берегах, на большом протяжении в одном русле и образует много порогов. В то время, как нижнее течение р. Оки, за исключением короткого участка порогов, вполне пригодно для сплава, а ниже порогов используется и для судоходства, р. Ия на всем протяжении не судоходна и не пригодна даже для значительного сплава.

Все протяжении р. Оки обследовано полуинструментальной съемкой и продольным нивелированием, исполненными в 1931 г. двумя нашими экспедициями. В результате этих работ мы имеем планы всей речной долины в м 1/25000 и полный продольный профиль р. Оки. Низовой участок кроме того имеет более детальную съемку порогов (м 1/5000), исполненную для нас в 1930 г. Гипроводтрансом.

В геологическом отношении нижнее течение р. Оки от г. Зимы до устья освещено маршрутными съемками (геологами проф. М. К. Коровиным и Л. М. Шороховым 1927 и 1928 г.). Район несколько выше г. Зимы, в связи с нахождением там месторождения алунитов, в геологическом отношении выявлен довольно подробно. Геология горной части р. Оки освещена лишь беглой экскурсией, проведенной одновременно с топографическими работами, и нуждается, конечно, в более тщательном обследовании.

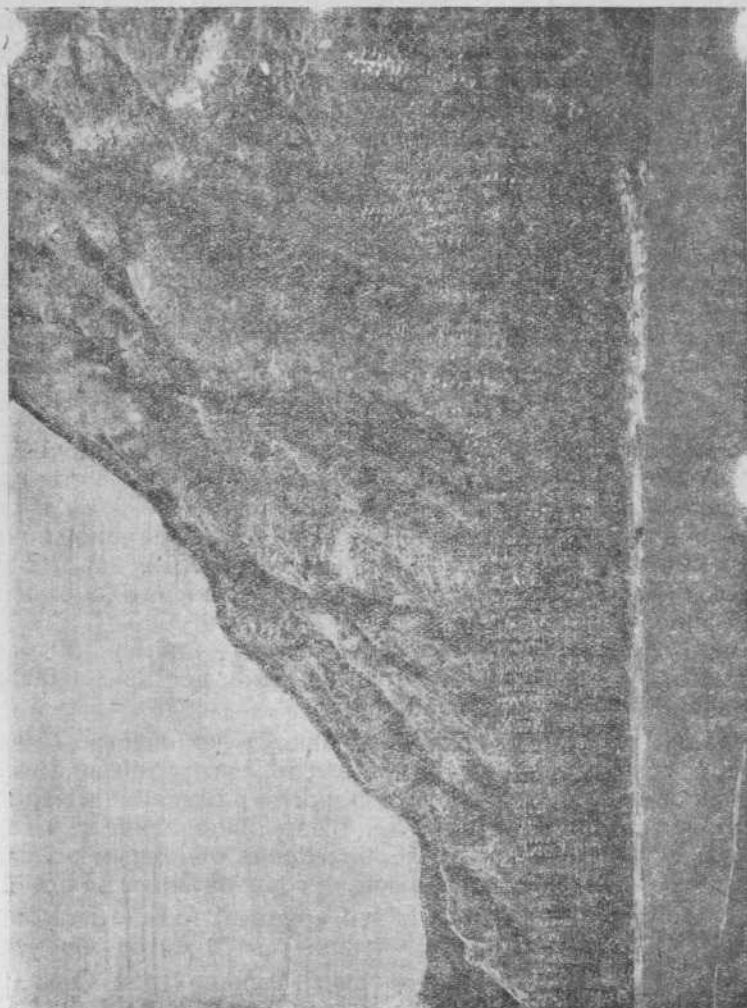
По р. Ие до настоящего времени данных исследований почти не имеется.

В гидрологическом отношении р. Ока, сохраняя те же свойства горных потоков, которые характерны для верхних притоков Ангары — многочисленные и кратковременные летние паводки, — несколько отличаются от них наличием резких весенних половодий, иногда способных давать максимальный в течение года пик.

Характер колебания уровня и хода ежедневных расходов наблюдается в последние годы у с. Долгий Луг.

Средняя водоносность р. Оки близ устья за имеющийся период наблюдений может быть оценена в 410 *кб. м.* в сек. Зимой расходы падают до 40 *кб. м.* в сек. Наблюденный максимум паводкового расхода составляет 3350 *кб. м.* в сек. Кадастровая мощность р. Оки подсчитана по среднему расходу (см. чертеж № 12). При составлении чертежа, ввиду отсутствия данных гидрометрических наблюдений в разных точках, нарастание расходов принято пропорционально бассейну. Общая средне-годовая мощность всего течения р. Оки, при полном его использовании, составляет 1.275.000 л. с. Т. к. регулирование расхода до среднего годового не везде возможно, то эти цифры имеют иллюстративное значение.

Р. Илим — единственный значительный правобережный приток Ангары. Бассейн его отделен от Ангары невысоким водоразделом. С востока бассейн ограничен от соседнего бассейна верхней Лены также невысокими



Скалы р. Оки в 250 км от истока

хребтами Березовым и Илимским. Бассейн вытянут по течению реки с ю.-в. на с.-з. и имеет незначительные поперечные размеры.

Полная длина Илима составляет около 400 км, при площади бассейна—23100 кв. км.

В долине Илима главным образом распространены осадочные горные породы, палеозойские по возрасту, представленные серыми и красными известковыми песчаниками, глинистыми сланцами и зеленовато-серыми известковыми песчаниками. Залегание слоев обычно горизонтальное и только в довольно редких местах наблюдаются резкие нарушения первоначального залегания в виде узких антиклинальных складок.

В верхнем течении Илим имеет глубокую и относительно узкую долину, с крутыми залесенными берегами. Ширина реки составляет 40—80 м.

Ниже г. Илимска (208 км от устья) долина заметно расширяется, затем она снова суживается и в берегах появляются частые обнажения известковых песчаников и известняков. Такой характер долина сохраняет до впадения в Илим его правого притока—р. Игирмы. Река на этом участке делает плавные повороты, подмывая один берег и отлагая наносы на противоположном.

Ширина реки на этом участке колеблется от 120 до 200 м.

Несколько выше г. Нижне-Илимска (101 км от устья) коренные берега отходят от реки на расстоянии 3—5 км и река почти до устья, до т. н. Симахинского порога, расположенного в 8 км от Ангара, течет в аллювиальных террасах, порог образован выходами траппов в русле реки, перепад его составляет 1,37 м, на протяжении 850 м.

Падение Илима от Илимска до устья—около 59 м и, таким образом, средний уклон этого участка составит 0,000276. Общее падение Илима не установлено.

Колебания горизонтов обуславливаются количеством выпадающих в бассейне осадков. Более высокие горизонты бывают весной, во время таяния снегового покрова в бассейне и ледоход проходит при подъеме воды в 4—5 м. В первой половине лета горизонты воды снижаются, а в июле, благодаря обильным осадкам, проходит второй паводок, повышающий горизонт воды на 0,5—1 м.

9. Река Тасеева. Нижний и самый крупный из притоков Ангара—р. Тасеева—впадает в 70 км от ее устья.

Тасеева образуется слиянием двух больших рек Оны (Бирюсы) и Чуны (Уды). Протяжение собственно Тасеевой, от слияния этих рек до устья, составляет всего лишь 117 км.

Площади бассейнов Уда—Чуны и Она—Бирюсы составляют соответственно 60 тыс. кв. км и 53 тыс. кв. км. Бассейн собственно Тасеевой занимает 17 тыс. кв. км.

Истоки Уды и Бирюсы расположены в западном узле горной системы Восточного Саяна, в котором берут начало притоки Енисея—Кан с Агулом, Мана, Казыр и Кизыр.

Исток р. Уды, сближенный с верховьем Казыра, лежит в горной долине между хребтами Бирюсинским и Ергик—Тархок—Тайга. Река сначала течет на В., затем, примерно через 100 км, после принятия р. Хана, у устья которой расположен Удинский караул, она поворачивает на С., сохраняя это направление до сел. Петропавловска (в 1000 км от истока), после чего резко поворачивает на С.-З., сохраняя последнее направление до слияния с Оной. Название Чуны река получает после впадения в нее р. Чукши, в 750 км от истока. Общая длина реки, считая до впадения в Ангару—1285 км.

Значительных притоков у р. Уды—Чуны нет, бассейн вытянут в меридиальном направлении, поперечные размеры его не велики, составляя в среднем всего 57 км.

Верхняя часть бассейна относится к высокогорной стране, трудно проходимой, мало населенной и почти неизученной. Река в верхнем течении немногочисленна и изобилует порогами.

Примерно, в 61 км выше Нижнеудинска река выходит из гор и долина ее расширяется. Здесь начинается обжитой район с русским населением. В 50 км выше Нижнеудинска встречаются первые выходы траппов, в которых река образует порог. За исключением участка порога, на остальном протяжении, от выхода из гор до Нижнеудинска, долина реки протекает в осадочных породах; в 72 км от города в горах находятся известные удинские пещеры в доломитовых известняках, обследованные в свое время Черским.

У Нижнеудинска Уда представляет собою уже поток значительной мощности и ширины, хотя и небольшой глубины, с быстрым течением и сильно разработанным галечным руслом и поймой. Горы левого берега отходят далеко, на правом же, непосредственно выше города, расположена Вознесенская гора, сложенная в основании песчаниками, покрытыми сверху траппами.

В 24 км от Нижнеудинска река врезается в траппы и образует на протяжении 35 км неглубокое узкое ущелье с отвесными берегами. Следующее пересечение рекою траппов находится ниже дер. Зенцовой (117 км от Нижнеудинска). К этому пересечению приурочена группа порогов, растянутая на 31 км по течению реки. Пороги имеют незначительные размеры, коротки по протяжению и легко проходятся в лодках. Глубины на этом участке малы и на многочисленных шиверах в меженьную воду падают до 35—40 см.

За порожистым участком следует длинный (215 км) участок с наиболее широкой долиной и спокойным течением, оканчивающийся у порога „Тюменец“. На этом участке река образует ряд петель, из которых наибольшая—у дер. Ганькиной—имеет длину по течению 10 км при перешейке около 1 км. Берега сложены четвертичными отложениями, за исключением выхода песчаников около дер. Балтуриной и выше дер. Ганькиной, где песчаники вновь покрыты траппами.

У порога „Тюменец“, в 365 км от Нижнеудинска, река сжата подходящими с обеих сторон вплотную к ней берегами,

поднимающимися на высоту 100—120 м и сложенными сильно разрушенными с поверхности траппами, образующими мощные каменные ссыпи. От Тюменца начинается снова порожи́стый участок реки, оканчивающийся за порогом Ворон у сел. Петропавловского. Пороги расположены на этом участке двумя группами, по три порога в каждой группе. Общая длина участка—105 км.

Берега на всем протяжении сложены траппами, дающими частые и длинные, обрывающиеся в русло реки, отвесные обнажения, вышиною 10—25 и более м, с ясно выраженным столбчатым членением на отдельности. В конце участка, за сел. Петропавловским, на правом берегу возвышается над рекой на 185 м г. Балтурина.

За Петропавловским следует участок со спокойным течением и большею шириной реки, но долина здесь значительно уже, чем на верхнем плессовом участке; в одном месте, между сел. Кадарея и Малеева, высокие трапповые берега опять подходят вплотную к реке.

Начиная от сел. „Хая“ (в 580 км от Нижнеудинска), долина сужается и далее река течет вновь в ненаселенных и бездорожных местах. Этот участок носит название „большого пусто-пlessья“, протяжение его до с. Устье, у впадения в р. Тасееву р. Усолки, составляет около 200 км.

На всем протяжении этого участка река имеет одно неширокое, но порожи́стое русло, в коренных берегах, чаще всего трапповы; часты обрывы траппов в реку, высотой до 30—40 м. Берега покрыты сплошным лесом, не дающим ни одного просвета на всем протяжении участка.

На 728 км от Нижнеудинска в пределах „большого пусто-пlessья“ р. Чуна сливается с Оной. Как вместе слияния, так и вверх и вниз по течению, к воде круто опускаются трапповые утесы, до 80 м высоты. Снижаются берега в 15 км ниже, после порога „Дурак“, за которым траппы исчезают, уступая место песчаникам, кристаллическим известнякам, гранитам а, затем, и слюдястым сланцам, поставленным на голову, характерным для устьевого участка Ангары.

Она—Бирюса, протяжение которой считается около 1000 км, берет начало на отметке около 1700 м. В верхнем, горном течении она принимает в себя несколько значительных, почти равноценных ей притоков: Малую Бирюсу, Гутар с Тагулом и Тумашет. Выйдя из гор, Бирюса на большом протяжении имеет широко разработанную, главным образом по левому берегу, пойменную долину, довольно густо заселенную и не представляет удобств для использования ее энергии. Лишь на нижних 100 км течения, р. Она попадает в район распространения траппов, где образует ряд порогов и в тех же траппах доходит до слияния с Чуной.

Этот участок и представляет интерес для его утилизации.

Исследований систематического характера по обеим рекам нет. Единственный материал, освещающий топографию их

долин,—это маршрутная съемка ГГУ 1926 г. в м 1/100.000, которая относится к участкам рек севернее железной дороги. Продольной нивелировки не произведено. Участки южнее железной дороги частично обследованы по сплавым их качествам. Геологическое освещение имеется малыми участками (по р. Бирюсе в верховьях разрабатывается слюда и золото, по р. Уде имеются месторождения меди). Р. Чуна от Ангары до с. Петропавловского обследовалась б. М. П. С. в 1907 г. в отношении возможности организации судоходства. В 1931 г. нами проведено экспедиционное обследование р. Уды—Чуны от г. Нижнеудинска до устья со съемкой отдельных участков, намеченных под возможные места утилизационных сооружений. Гидрологические наблюдения систематически поставлены нами впервые в 1931 г. у с. Укар, ниже г. Нижнеудинска. Реке Уде свойственно большое половодье и еще большие летние паводки и низкие расходы зимою. Р. Бирюса в гидрологическом отношении принципиальных отличий иметь не должна.

Общая водоносность реки Тасеевой к ее устью, установленная ориентировочно по модулю стока 5,5 л в сек., что удовлетворительно согласуется с данными гидрометрических наблюдений у Нижнеудинска, определяется в 750 куб. м в сек.

За отсутствием исходных материалов, кадастровый график мощности р. Уды пока не составлен.

ГЛАВА V

Гипотеза использования энергии рек Ангарской системы

1. Общие положения

Нижнее течение Енисея, после впадения Ангары, представляет собою многоводную реку с глубинами, допускающими проход морских судов вплоть до г. Енисейска. Прекрасные условия Енисейского бара, значительно лучшие чем Обского, выдвинули Енисей на первое место среди водных артерий Сибири, как водный путь, наиболее удобный для контакта с Северо-Ледовитым океаном и позволили отнести Усть-Енисейский порт—Игарку—вглубь материка на расстояние 725 км от устья (бара) реки. Концентрация судоходных препятствий на нижнем течении Енисея, создающая ограничение для прохода морских судов, относится к району выше Осиновского порога в 1560 км от устья.

Между устьем р. Ангары и Осиновским порогом, на участке длиной 500 км, насчитывается 6 мест с глубинами в низкую межень меньше 3,6 м, причем минимум глубины составляет 2,5 м.

На всем нижнем Енисее от Ангары до устья насчитывается 28 мест, где глубины фарватера при меженной воде становятся меньшими 5 м. По наметке использования энергии Енисея гидроустановка в районе Осиновского порога должна перекрыть основную массу препятствий морскому судоходству (21 из 28) своим подпором и, таким образом, ликвидировать те относительно небольшие препятствия глубоководному судоходству, с которыми последнее может встретиться. Возможно, что Осиновская установка, расположенная на границе с полярным кругом, не будет осуществлена в относительно недалеком будущем, однако очевидно, что в условиях Н. Енисея шлюзование—не единственный путь улучшения судоходных свойств реки и с на-

личием возможности создания глубоководного пути на участке от устья Ангары до Северо-Ледовитого океана необходимо считаться.

Следовательно, создаваемый в связи с использованием водной энергии сплошной водный путь по р. Ангаре, расчлененной в естественной обстановке порогами на несообщающиеся между собою участки, в низовом своем конце примыкает к реке с крупными потенциальными возможностями в отношении организации морского судоходства.

Верховой конец Ангарского водного пути примыкает к Байкальскому озеру—водоему протяжением около 650 км, с чисто морскими условиями плавания. Распространение этих условий вверх по притокам Байкала (Селенга, Верхняя Ангара) представится задачей очень трудной, и о морском пути за Байкалом несомненно строить предположений не следует. Но сама р. Ангара, при ее шлюзовании способная дать ряд больших и глубоких озер, очевидно должна получить судоходные свойства, гармонирующие с возможностями обеих ее примыканий.

Таким образом, мы приходим к требованию сплошного шлюзования реки, обеспечивающего однородные транзитные условия плавания на всем ее протяжении.

Вопрос о размере транзитных глубин пока еще нами не проработан. С одной стороны—технические данные по Ангаре, которыми мы располагаем, недостаточны для того, чтобы на их основе можно было провести работу по выбору транзитных глубин, с другой стороны—экономические задания для пути пока не ясны. Очевидно, что верхним пределом здесь можно считать достижимую глубину нижнего Енисея, т.е. 5 м. Однако удаленность Байкала от океана, достигающая 3900 км, при продолжителности ности навигации на нижнем Енисее (Туруханск) 145 дней, позволяет считать, что вряд ли может потребоваться полное обеспечение осадки на всем этом протяжении. Правильнее предположить, что водный путь Байкал—Ангара—Северно-Ледовитый океан в основном будет использован для межрайонных водных сообщений, со средней дальностью перевозки, в несколько раз меньшей общей длины пути. Но на Ангаре есть второе, и пожалуй более значущее, препятствие для развития судоходства, чем глубина пути,—скорости течения и необходимость их парализации определенно подводят к требованию создания на Ангаре сплошных ступеней. При этом, чтобы иметь возможность варьирования транзитных глубин, места сооружений желательно выбирать таким образом, чтобы при окончательном установлении отметок бьефов, комбинируя подпор с дноуглублением, можно было бы добиться нужных глубин в хвостовых участках подпорных кривых.

Для первого приближения нами принята транзитная глубина в 5 м для всего протяжения Ангары, достигаемая совместным применением подпора и дноуглубления и такое размещение бьефов, которое давало бы сплошную их лестницу от Байкала до Енисея, с достижением кривой подпора нижней установки до верхней.

С точки зрения интересов использования водной энергии, к компоновке схемы должно быть предъявлено требование максимально возможной концентрации напоров на каждой из плотин, т. к. именно массовость энергии на Ангаре и отвечающая ей исключительно низкая себестоимость тока являются основными особенностями р. Ангары, создающими ей союзное значение.

Как видно из кадастровой характеристики, наибольшая удельная мощность (10600 л. с. на км) имеет место в порожи-стом участке реки. Там же возможны и наибольшие концентра-ции напоров как по условиям рельефа, так и по геологическим условиям. Последние, в главной мере влияющие на себестои-мость энергии, в порожи-стом участке лучше (траппы), чем в верхнем (песчаники и известняки). Поэтому схема шлюзования Ангары должна преследовать создание оптимальных условий работы для гидроустановок в порогах. Исключительная равно-мерность стока в течение года в верхнем течении несколько нарушается к порогам, однако все же остается весьма высокой. Зато регулирующие свойства оз. Байкала позволяют не только абсолютно выравнять многолетний сток р. Ангары в истоке, но, при необходимости к тому, и перераспределить его в нужной мере. Конечно, обратное перераспределение стока является во-обще не желательным, т. к. несколько ухудшит условия работы гидроэлектрических установок на р. Ангаре в верховом ее участке; поэтому желательно располагать у Ангарских плотин водохранилищами, которые позволили бы с их помощью спра-виться с регулированием добавочного дебета, поступающего в реку в пределах каждого из бьефов.

При выборе размеров водохранилищ ограничения по затоп-лению большого значения иметь не должны. Интенсивность использования населением нижних террас весьма не велика и перенесение селений в более высокие зоны больших расходов не вызовет. Правда, во многих участках реки первая и вторая террасы, а часто даже только острова представляют, при сов-ременном базисе эрозии, единственно удобные для использова-ния земли, т. к. верхние террасы заняты сплошным лесным мас-сивом. Но шлюзование реки, соединенное с созданием гигант-ских по мощности промышленных предприятий в крае, вызовет такие революционные сдвиги в направлении его народного хо-зяйства, что сохранение небольших по абсолютным размерам в этих участках пахотных угодий никак не может служить мо-тивом к ухудшению условий использования энергии Ангары, единственной в своем роде реки в Союзе. Лесные запасы на затопляемых территориях конечно могут быть использованы полностью раньше поднятия подпора. Тоже может быть сделано и по отношению к наиболее ценным запасам полезных иско-паемых.

В верхнем течении Ангары с проблемой затопления прихо-дится считаться в большой мере, т. к. там прибрежная полоса местами густо заселена, непосредственно на берегу реки лежат

города с большой промышленностью (Иркутск, Усолье), вдоль реки проходит линия транссибирской ж. д. магистрали, и следо-вательно, значительные затопления здесь обойдутся дороже.

Идя сознательно на большие бьефы, необходимо сразу же предусмотреть возможность пересечения шлюзованной реки же-лезными дорогами. В настоящее время на Ангаре постоянных мостов нет, первый из них (городской мост в г. Иркутске) только строится. Территория к северо-востоку от Ангары—Ленский бас-сейн,—еще не включен в интенсивное народно-хозяйственное использование, но именно в Ленском бассейне сконцентрированы наиболее ценные золотоносные площади СССР. Это вызывает совершенно очевидную необходимость организации связи их с железной дорогой, хотя бы комбинированным железнодорожно-водным путем, и вопрос о железной дороге на р. Лену, насчи-тывающий 35 летнюю давность его дискутирования, в настоя-щий момент решен в положительном смысле.

Из многих вариантов направлений, наиболее отвечающим всей совокупности запросов, могущих быть предъявленными к этой линии, является вариант Тайшет—Усть-Кут. В дальнейшем нами намечается продолжение этой линии на Восток через се-верную оконечность Байкала. Эта линия явится в последующем транзитной линией большего протяжения.

Пересечение этой линией Ангары приходится в начале по-рожистого ее участка.

Кроме этой железнодорожной линии несомненно окажутся впоследствии необходимыми и другие линии, соединяющие За-ангарье с основным ж. д. направлением. Схема размещения бьефов должна предусмотреть возможность их сооружения.

Из общих положений, принятых во внимание при выборе размещения бьефов, остановимся еще на специальных требова-ниях к районам расположения сооружений, диктуемых местными условиями. Зарегулированность расхода Ангары позволяет не считаться с какими бы то ни было запросами в отношении длины водослива, если решиться на то, чтобы не сбрасывать лед че-рез плотину, оставляя его таять в бьефе.

Пропуск Ангарского льда через плотины большой высоты представится задачей технически чрезвычайно трудной. При вы-соте сброса около 90 м, скорость потока в низовой части плотины будет достигать 40 и более м в сек. и удар льдин о плотину при такой скорости угрожал бы целости облицовки. С этой точки зрения представляется более целесообразным оставлять лед таять в бьефе, т. к. задержка его никаких чрез-вычайных неудобств не представит.

В таком случае спуск воды через плотину может понадо-биться лишь как страховое обеспечение сооружений. С другой стороны миллионные мощности гидроэлектрических станций тре-буют весьма значительной длины здания собственно станции (для Падунской—430 м). Кроме того, в процессе постройки плотин придется иметь дело с расходами воды, измеряемыми тысячами кубических метров в секунду. Два последних обстоя-

тельства приводят к целесообразности не гнаться за исключительной узостью долины в местах сооружений, а подбирать последние по совокупности условий.

Намеченная нами схема разбивки бьефов предусматривает использование энергии Ангары на шести плотинах, причем устьевой участок должен быть перекрыт подпором от седьмой, расположенной на р. Енисее ниже устья Ангары.

Первая из плотин, Байкальская, имеет основным назначением командование Байкальским озером, как водохранилищем для всей системы станций на р. Ангаре. Для выбора ее местоположения необходимо рассмотреть участок реки от Байкала до г. Иркутска. Ниже Иркутска, расположенного на отметках на 25 м меньших отметки оз. Байкала, очевидно идти нельзя, так как г. Иркутск, конечно, затоплять невозможно.

На этом участке расположение плотин возможно или в непосредственном соседстве с г. Иркутском, у предместья Лисиха, или в 8 км выше города по реке (Большая и Малая Разводные), или выше д. Кржановщина (Кржановский и Барабановский створы), или переходя к верховому концу участка уд. Тальцы, у р. Подорвхи и, наконец, в истоке.

В районе истока можно расположить плотину на гранитах, распространяющихся вниз по реке от Байкала на 6 км. Дальше следует сильно раздробленная под влиянием меланитизации в связи с „Ангарским шарьяжем“ зона юрских отложений, безусловно не подходящая для плотины. Начиная от 12 км вниз по реке, мы имеем принципиально однообразную картину юрских песчаников, представленных пластами различной плотности, с вкраплениями бурых углей, обнаженную по левому берегу реки зачистками выемки железной дороги почти на всем протяжении до Иркутска. Правый берег реки имеет обнажения лишь в районе 1—2 км от истока и дальше по реке—от Б. Разводной до города. На остальном протяжении толща четвертичного покрова довольно значительна.

Идея максимально возможной концентрации напоров подводит к стремлению расположить Байкальскую плотину в низовом конце участка.

При расположении плотины вверху, значение ее сводилось исключительно к регулированию и нельзя было бы попутно использовать ее перепад в энергетических целях. Кроме того, идея сплошного шлюзования реки все равно требовала бы плотины непосредственно выше г. Иркутска. Поэтому остановимся на рассмотрении нижних створов. Самый нижний из возможных створов, непосредственно примыкающий к городу, именно из-за близости к последнему не приходится считать удачным. Здесь мы не имели бы свободной территории, необходимой для строительства, основные сооружения узла частично попадали бы в самый город (выход из шлюза), отрезалась бы возможность переустройства затопляемой железной дороги по старому ее направлению без очень крупных работ по поднятию площадки ст.

Иркутск, и наконец опасности фильтрации в обход плотины представлялись бы здесь большими, чем на выше расположенных створах.

Второй из намечаемых створов района—Разводинский—представляется вполне удобным по всем соображениям, однако на левом берегу реки здесь мы сталкиваемся с оползевыми явлениями в коренных породах, правда древнего происхождения и локализованными на небольшом протяжении вдоль реки.

Третий из створов района—Кржановский имеет несколько худшие топографические показатели по правому берегу. Оползевых явлений здесь не наблюдается, общая геология не дает принципиальных отличий от соседних створов. Зато удаление его от Иркутска доходит до 16 км и падение реки на этом участке, составляющее 4,5 м, для перекрытия его подпором требовало бы соответственного подпора в г. Иркутске, что вредно отразилось бы на уровне грунтовых вод в городе, и так слишком высоким. Последнее обстоятельство заставляет отказаться от дальнейших поисков створов выше по течению реки, и для Байкальской плотины концентрировать внимание на разводинском створе, несмотря на наличие там упомянутых оползевых явлений. При этом утилизируемое падение реки для Байкальской плотины составит 27,5 м.

Вторая из плотин на р. Ангаре может быть намечена ниже сближенных между собою устьев трех крупных левых притоков Ангары—рр. Иркутга, Китоя и Белой. Правый берег на всем протяжении от Иркутска высок, левый же берег, представляющий здесь выносы указанных рек, лишь на небольшом участке разобщенных между собою коренным берегом, становится высоким только ниже р. Белой.

В районе д. Бархатово расстояние между высокими коренными берегами достигает 2 км, сохраняясь примерно однообразными на участке длиной около 25 км. Здесь мы имеем доломитизированные известняки средне кембрийского возраста, слагающие всю толщу обнажений на высоту до 100 м над рекою и уходящие вглубь на значительно большую глубину. Ниже по течению, на расстоянии до 200 км сближения коренных берегов, аналогичного Бархатовскому, мы не встречаем, причем несколько выше г. Балаганска (в 50—60 км от Бархатово) появляются в тех же известняках гипсоносные горизонты, достигающие местами до 20 м мощности. Коренные берега, подходящие вплотную к реке ниже с. Янды (400 км) и тянущиеся высокими вплоть до устья р. Оки, вместе с тем ни по геологическому сложению, ни по условиям топографии не представляются удобными для переноса плотины куда-либо ниже по течению.

Падение реки между створом, намеченным для Байкальской плотины и районом Бархатово составляет 37,7 м.

Изложенные обстоятельства заставляют остановиться на районе д. Бархатово для второй из плотин на р. Ангаре. Однако в этом районе, как впрочем и ниже по р. Ангаре, в горизонтах среднего и верхнего кембрия имеет довольно мощное развитие

явление карста. Предпринятое изучение карста показало, что последний является затруднением не столько для возведения плотины в Бархатовском районе, но главным образом для поднятия на иной горизонт уровня реки в закарстованном районе, т. к. карстовые воронки обнаружены и на островах, в изобилии встречающихся в речной долине. Дальнейшие исследования должны будут показать значение обнаруженных карстов для подпора, в настоящей же стадии познания вопроса можно считать, что наличие карстов в районе р. Белая—г. Балаганск ставит под некоторое сомнение возможность сплошного шлюзования р. Ангары в верхнем ее участке. В случае исключительного развития карстовых ходов, сообщающихся с лежащими выше современного уровня реки, но ниже уровня намечаемого подпора, воронками, может быть придется вовсе отказаться от постройки плотины в районе Бархатово, оставив таким образом участок реки Бархатово—Усолье не шлюзованным.

Третья и все последующие плотины на р. Ангаре могут быть расположены на траппах, наилучшей в местных условиях горной породы для основания больших гидротехнических сооружений. По петрографическому составу траппы представляют собою темносерую обычно среднезернистую породу, составленную пластинчатым плагиоклазом, черным авгитом, буро-зеленым оливином, титанитом и изредка сульфидами исключительной твердости и высокого удельного веса (3,1—3,2).

Значительное падение реки на участке от Бархатово до начала порожистого участка заставляет искать место для третьей плотины возможно ближе к началу участка, для уменьшения высоты плотины.

Наиболее удачным здесь приходится признать ущелье непосредственно ниже Падунского порога, где река имеет около километра ширины, течет в одном русле и оба берега представляют собою круто, почти вертикально падающие трапповые утесы, возвышающиеся над рекою до 90 м в обнажениях. Вскоре после выхода реки из этого ущелья, трапповая интрузия в береговых обнажениях исчезает, однако на верхних горизонтах, как показывает геосъемка района, траппы сохраняются на значительном протяжении. Имеем ли мы здесь размыв траппового покрова или опускание массива под толщу четвертичных отложений, без буровых работ установить нельзя. Однако есть основания думать, что в пределах ущелья мощность интрузии значительно превышает прорезанную рекою толщу трапповых обнажений.

При намеченном положении третьей плотины, т. н. Братской или Падунской, общее падение реки, используемое тремя верхними плотинами, составит 154 м.

Размещение ниже-лежащих плотин предлагается в настоящее время предварительно, т. к. ни топографических, ни геологических данных для достаточного обоснованного выбора мест нижнеангарских сооружений не имеется. Однако, это размещение ни в какой степени не может сказаться на схеме решения верхнего

участка реки, т. к. на протяжении как порожистого участка реки выше устья Илима, так и нижнего ее течения, можно выбрать много мест для высоких плотин, позволяющих внести коррективы в выдвигаемую сейчас схему их размещения.

Можно считать бесспорным, что устьевой участок нижнего течения р. Ангары желательно использовать на плотине, стоящей на р. Енисее, на которой можно утилизировать соединенный расход Ангары и Енисея, тем более, что на Енисее ниже Ангары общая геологическая характеристика благоприятна (граниты). При высоте плотины на Енисее у Бурмакинской шиверы в 43 м (несомненно возможная высота для этой плотины) и распространении ее подпора до района с. Иркиннеева (в 270 м от устья), мы получим остающееся для использования на трех плотинах нижнего участка Ангары падение 378—154—184 м. Таким образом, при равном разделении напоров между тремя плотинами, мы должны были бы считаться с напорами порядка 60 м, что по общим условиям рельефа и геологического строения вполне достижимо.

Морфология речной долины на участке от Кеульской шиверы (970 м) до с. Кежмы (1110 м) длиной 140 м не позволяет построить плотину на этом протяжении. Поэтому плотину желательно поставить ниже Кежмы, где в районе шиверы Игренькиной начинается сужение долины, сопровождающееся выходами траппов, имеющее протяжение около 20 м. При напоре ее в 62 м, подпор этой плотины распространится вплоть до Шаманского порога, т. е. выше устья р. Илима на 55 м. По р. Илиму при таком размещении плотин затопление не будет большим (10 м в устье), что очень ценно, т. к. долина р. Илима, в которой сконцентрированы основные запасы железных руд Восточной Сибири, при развитии индустрии в среднем течении Ангары, станет густо населенным районом.

Падение реки в 68 м между плотинной в Падунском ущелье и местом выклинивания подпора от плотины у Игренькиной шиверы перекрывается подпором плотины, размещаемой ниже Шаманского порога у ручья Сапог, с напором 67 м. Нижний участок реки, между р. Иркиннеевой (выклинивание подпора, т. н. Ново-Енисейской плотины на Бурмакинской шивере на р. Енисее) и районом Игренькиной шиверы, перекрывается плотинной с напором 42 м, размещаемой несколько выше с. Богучаны на шивере „Косой“.

В случае необходимости имеется возможность расположить нижнюю из ангарских плотин на Яркольской шивере, на 46 км ниже по течению „Косой шиверы“, где плотина попадет, видимо, также на траппы. Возможно смещение ниже по течению и Игренькинской плотины.

В данной стадии познания местной обстановки мы не преследуем установление наиболее целесообразного размещения нижних Ангарских плотин, поскольку это не будет влиять на решение по верхнему течению, т. к. для этого потребовались бы обширные топографические и геологические съемки и буро-

вые работы в очень трудных условиях, которые стоили бы значительно, а вопрос этот нельзя считать актуальным. Поэтому мы считаем допустимым остановиться в первом приближении на том решении, которое намечено выше, т. к. оно, как показывают выполненные нами полевые исследования, возможно, подчеркивая при этом, что перекомпоновка нижних Ангарских плотин, ежели бы она потребовалась в процессе дальнейшего уточнения, также возможна в ряде комбинаций (См. черт. № 13).

Предлагаемое размещение бьефов отлично от первоначальных наметок, относящихся к 1925 и 1928 гг. В этих первых предположениях имелось ввиду использование Байкала как водохранилища, в связи с чем намечалась плотина невдалеке от истока Ангары (т. н. Малый Ангарострой), а основное использование энергии мыслилось в порожиистой части (Большой Ангарострой). По моим предположениям 1925 г., падение Ангары в порогах использовалось на двух плотинах — в ущелье ниже Долгого порога — 52,5 м и в Шаманском пороге — 34 м.

Инж. Клишевич, работавший на Ангаре от Ленинградского Отделения Энергостроя в 1928 г., предполагал разбить то же падение на три плотины: Падунскую — с напором 21 м, Долгопорожскую — с напором 35 м и Шаманскую — с напором 25 м, опасаясь слишком мощных станций, возникавших в двух упомянутых точках.

Инж. Рудницкий в 1930 г. (ЛОЭ) намечал постройку одной большой плотины с напором в 100 м, ниже устья р. Илима у Бодарминского быка, где Ангара проходит место наибольшего ее сужения.

Все эти наметки, выдвигавшиеся в период недостаточного еще познания местной обстановки и вне увязки с возможностями использования остального падения реки, в настоящее время сохранили только исторический интерес. Поэтому в настоящей работе мы не останавливаемся на их критическом разборе.

Намеченное выше размещение плотин обуславливает следующие основные характеристики для установок на р. Ангаре, включая и Ново-Енисейскую установку на р. Енисее в той части, в которой она работает за счет расхода и падения Ангары.

Название установки	Расстояние от истока км	Длина бьефов в км	Норм. отметки верха бьефа	Нор. напор у плотины	Ср. используемый расход	Первичная мощность в тыс. квт
Байкальская	60	60,700	457,2	29,4	1700	410
Бархатовская	210	150	426	35,9	2100	600
Братская	714	504	387	90,5	2635	1995
Шаманская	912	198	295	67,0	2700	1525
Кежемская	1235	323	226	57,0	2950	1365
Богучанская	1515	280	167	44,0	3100	1100
Ново-Енисейская*)	1880	365	116,6	40,0	3950	1350
						8255

* За счет расхода воды, поступающей с р. Ангары.

В приведенной таблице первичная мощность установок определена по среднему за год напору, выведенному с учетом намечаемой для регулирования расходов сработки бьефов, причем средние коэффициенты полезного действия приняты: для турбин — 0,9 и для генераторов — 0,97.

Рассмотрим, в какой мере намеченная схема размещения бьефов удовлетворяет поставленным выше требованиям.

Первое из них, сплошное шлюзование реки, будет достигнуто. Сумма нормальных напоров составляет 364 м, при поднятии уровня оз. Байкал, как это будет указано ниже на 2 м. Из общего падения 378 м. 16 м принято на хвостовые участки 7 подпорных кривых. Таким образом, у каждой из плотин можно ожидать некоторого подпора от нижележащей.

Второе требование — максимально возможная концентрация напоров у каждой из плотин — можно считать удовлетворенным, т. к. намечаемые напоры по своим абсолютным размерам достаточно велики и повышать их в данной стадии проектирования было бы неосторожно. Наибольшие напоры даны в порожиистой части реки, наибольшая длина бьефа отвечает Братской установке, где желательнее иметь максимально выравненный сток.

Третье требование — сочетание с возможностью устройства железнодорожных пересечений — также удовлетворяется, т. к. в отношении первых трех бьефов это сочетание проработано в порядке полевых рекогносцировок, подробнее о чем будет сказано ниже, по нижнему же течению Ангары места расположения установок выбраны в верхних концах сужений и, следовательно, хвостовые участки подпорных кривых не дадут больших изменений природных условий для мостовых переходов, если бы таковые там понадобились. Что касается пересечения мостовым переходом р. Енисейя линией железной дороги Ачинск — Енисейск при ее продолжении, то этот вопрос будет проработан в гипотезе р. Енисейя. Предварительно же можно считать, что это пересечение выгоднее иметь ниже устья Ангары, так как правый берег Ангары представляет больший интерес для соединения его к ж.-д. сети в связи с концентрацией там предприятий Южной и Северной Енисейской тайги, и при пересечении Енисейя ниже Ангары можно будет ограничиться одним польшим мостом вместо двух, суммарно заведомо большей длины.

Остановимся теперь на общих положениях, принятых в основу расчетов при составлении рабочей гипотезы.

В условиях работ по Ангарской проблеме рабочая гипотеза преследует двоякую цель. С одной стороны, она должна дать отправные позиции для постановки дальнейших изыскательских работ, связанных с использованием энергии р. Ангары, с другой же стороны, поскольку работа ведется по комплексному методу, — рабочая гипотеза обязана дать материал для проработок экономического характера. Если в целях удовлетворения первой из задач, при недостаточной полноте исходных материалов, необходима осторожность всех предположений, то для второй из задач, излишняя осторожность может оказаться

в некоторых случаях вредной. Действительно, поскольку мы можем в условиях Ангары иметь исключительно дешевый ток, что явствует из объективной оценки совокупности местных условий, значительное преувеличение себестоимости этого тока в предварительной оценке может направить работу по отбору потребителя по иному и возможно неправильному пути.

Учитывая эти соображения, мы исходим из следующих правовых позиций.

Постройка в Ангарском бассейне ряда гидроэлектрических станций, исключительной в мировом масштабе мощности, будет осуществляться лишь в том случае, если на месте будет создана достаточная для успешного хода работ материальная база, обеспечивающая возможность снабжения строительства местными стройматериалами и громоздким оборудованием. Несомненно, что цемент, металл и т. п. из Европейской части СССР возить на постройку Ангарских станций не следует. Далее, постройка крупнейших из Ангарских гидростанций явится показателем нашей технической зрелости в вопросах гидротехнического строительства и повторять ошибки, может быть неизбежные в процессе учебы на Ангаре советские гидротехники не должны.

Наконец, в отношении рабочих кадров и освоения районов, в которых строительство будет осуществляться, мы считали, что меры будут приняты предварительно, в связи с общими установками партии и правительства о продвижении индустрии на восток и в окраинные районы Союза. И таким образом ни магистральные железные дороги, ни специальное водворение нового пришлого населения в районы строительства гидростанций (за исключением строительных городков) не должны будут ложиться на себестоимость энергии. Вместе с тем, считаясь с начальной стадией нашей работы и недостатком исходных материалов как в выборе расценок, так и в оценке количества предстоящих работ мы преследовали возможно большую осторожность.

В практике нашего Гидротехнического строительства обычно действительная его стоимость превышает сметную. В основном это происходит не из-за недооценки единичных стоимостей работ или их объема, а из-за недоучета всех тех мелких подсобных и побочных работ и расходов, которые приходится строительству нести в процессе стройки.

В связи с этим, опираясь на законченный опыт Днепростроя, мы, пользуясь данными о фактической стоимости Днепровской гидроэлектростанции, выделили в ней расходы на основные работы и установили фактические проценты мелких, вспомогательных и дополнительных и накладных расходов. Получившиеся проценты полностью использованы в наших подсчетах стоимости Ангарских сооружений. Что же касается расценок на основные работы, то они взяты в наших подсчетах также по данным Днепростроя, но с соответственным их анализом, применительно к местной обстановке (напр. снижена стоимость леса, но повышена стоимость цемента), при этом, по данным средним за все

время Днепровского строительства, а не по последнему, более эффективному, его периоду.

Большой масштаб сооружений, лучшая техническая вооруженность, навыки и опыт строительства, которые дадут свой эффект на Ангаре, пойдут в запас прочности предлагаемых сейчас данных.

По отношению к установлению объемов основных работ, которые в таком случае решают качество подсчетов, была взята установка принимать их в максимально-разумном размере. Так, глубины заложения оснований принимались во всех случаях не менее 5 м от поверхности скалы, толща наносных отложений принималась также со значительным запасом, возвышение сооружений над уровнем воды принято в 3 м, наконец, самые типы и размеры сооружений взяты с „запасом“, заведомо допускающим большую экономию при фактическом строительстве.

Мы полагаем, что дальнейшая проектная проработка позволит, вероятно, несколько уменьшить количество основных работ по каждому из узлов сооружений.

В отношении выбранных в гипотезе типов сооружений отметим следующее: в условиях Ангары ряд вопросов, которые необходимо решить до выбора типов гидротехнических сооружений, являются весьма сложными. Сюда относятся вопросы о пропуске льда, о водосбросных сооружениях, об антисейсмичности вододержательных сооружений, о роде судопропускных устройств при высоких плотинах, о морозоупорности сооружений и др. Естественно, что в процессе составления рабочей гипотезы мы эти вопросы решать не могли и для гипотезы приняты может быть и заведомо неэкономичные, но зато четкие и возможные решения.

В отношении льда по отношению ко всем плотинам принято, что он через плотины сбрасываться не будет. В связи с этим, в проверке устойчивости принятых размеров сечений плотин введено в расчет давление льда на плотины в размере 100 т на пог. м. Водосбросные сооружения, принимая во внимание идею максимального использования высотного потенциала воды, введены в сооружениях как страховые. В связи с сейсмичностью района, в некоторой мере активной по отношению только к району Прибайкалья, все сооружения проектированы массивного типа. Во всех плотинах высотой менее 50 м отношение заложения к высоте принято 0,85, для высоких плотин это отношение увеличено. Для обеспечения морозоупорности кладки содержание цемента в 1 куб. м бетона принято 275 кг.

В отношении судоходных сооружений, ввиду неясности вопроса о грузообороте и вероятности его очень больших размеров, как страховое решение принято устройство двойной линии шлюзных лестниц для перепадов, превышающих 40 м. Для меньших перепадов, считаясь с грузопропускной способностью Днепровских шлюзов, установленной в 3 млн. т, при вредно сказывающемся на пропускной способности большом (30%) удельном весе веса, который в условиях Ангары шлюзоваться не будет, принята одна лестница шлюзов, размерами, аналогичными Днепровским.

Возможно, что в условиях больших перепадов на р. Ангаре окажется более выгодной система судоподъемников того или иного типа, но поскольку вопрос этот в данное время далеко не ясен, нами принято может быть и более дорогое, но гарантийное решение, а именно система шлюзования.

Наконец, надо отметить общий принцип, положенный в основу выбора установленной мощности станций Ангарские гидростанции с чрезвычайно дешевой энергией и массовостью тока, сконцентрированного в каждой из точек, несомненно призваны обслуживать специфического потребителя. Поэтому коэффициент использования для станций может быть принят заведомо высоким. Не располагая в данное время достаточным материалом для составления типовых графиков нагрузок, мы остановились на значении этого коэффициента в 7000 часов, что дает отношение установленной мощности к первичной 1,25, принятое во всех наших подсчетах. Полагаем, что в условиях Ангары, где весь потребитель будет строиться вместе с гидростанциями, принятый коэффициент использования надо считать скорее преуменьшенным, чем преувеличенным.

Переходя к вопросу о подсчетах, приводимых ниже себестоимостей энергии гидроустановок на р. Ангаре, необходимо отметить следующее. Согласно временной инструкции Энергоцентра о порядке подсчета себестоимости энергии электрических станций, для гидростанций предлагается принимать стоимость годовых расходов по станции в размере 10% от суммы капиталовложений. Для крупных гидростанций, мощностью свыше 50 тыс. квт, той же инструкцией разрешается пользоваться принципами калькуляции Днепростроя. По данным последнего стоимость годичной эксплуатации станции со всеми начислениями составляет 8,3% от суммы всех затрат на ее постройку; этот процент и положен в основу подсчетов себестоимости Ангарского тока. Считаясь с тем, что Ангарские станции будут иметь значительно больший коэффициент использования установленной мощности, а по эффективности—самая меньшая из Ангарских станций в два раза крупнее Днепростроя,—и в этом случае мы предлагаем наши подсчеты с запасом.

Все это позволяет нам думать, что та оценка себестоимости ангарской энергии, которая приводится ниже, несмотря на недостаточность данных исследований и отсутствие проектных проработок, является осторожной и что никаких решительных сдвигов, никаких принципиальных, измеряемых многими десятками процентов, изменений в сторону ухудшения нельзя ожидать в тех выводах, к которым мы подошли.

2. Байкальская установка

Роль верхней из Ангарских гидростанций—Байкальской в основном регулирующая для всей системы нижележащих установок. В соответствии с этим ее схема должна быть выбрана оптимальной для регулирования реки.

Площадь оз. Байкала составляет по старым данным 34.000 кв. км, по последним (пока не опубликованным) данным Байкальской Лимнологической станции В. А. Н., она уменьшается до 30.000 кв. км. Считаясь со средним годовым расходом р. Ангары в истоке за десятилетие 1921—1930 г., т. е. 1715 куб. м в сек., получим, что весь годовой сток р. Ангары составит слой в озере толщиной в 1,8 м.

При таком регулирующем значении озера чрезвычайно желательно поднять его уровень, чтобы с одной стороны, скопить для использования значительный объем воды, и с другой—облегчить манипуляции по регулированию. Одновременно это повышение увеличивает располагаемый на Байкальской гидростанции напор.

К тому же стремлению приводит изучение характера участка реки в непосредственной близости к истоку. Здесь река представляет собою широкий и мелкий поток, продолжающий водослив собственнo истока. Чтобы иметь возможность попусков из Байкала потребных расходов при любом состоянии водохранилища, необходимо обладать запасом глубины на водосливе, обеспечивающим возможность таких попусков в нужных размерах.

Ограничением для поднятия уровня Байкала являются два момента—проблема прибрежного затопления и срок накопления водохранилища.

Идя на север от истока р. Ангары по западному берегу Байкала, лишь в весьма небольшом количестве мест мы встретимся с низкими и пологими берегами. С. Лиственничное, расположенное на узкой (50—100 м) террасе, возвышающейся над озером на 2,5—3 м устья рр. Голоустной, Бугульдейки, Анги, Сармы, Курмы, Замы, Онгурен, мысы Солонцы, Покойники, Мужинай, Болсодей, Слюденский, Котики,—вот те немногочисленные места по северо-западному берегу озера, вплоть до устья р. Верхней Ангары, на которых в какой то мере отразится подъем байкальского уровня. Наиболее значущим здесь явится, конечно, с. Лиственничное, однако, оно ни в какой мере не может влиять на выбор отметки Байкальского водохранилища. Исторически возникшая ремонтная база Байкальского флота, в современных экономических условиях, не имея ни площади для расширения, ни сообщения с железной дорогой иначе как по озеру, с. Лиственничное должно будет уступить это свое значение другому, более удобному пункту побережья, принес в жертву водохранилищу свои молы. На всем рассмотренном участке побережья общая площадь затопления при подъеме озера на несколько метров не составит, вероятно, и нескольких десятков квадратных километров.

Устье р. Верхней Ангары, занимающее своими рукавами весь северный берег Байкальского озера, протяжением около 30 км, представляет собою заболоченную низменность. Обширная лагуна—оз. Сор—протяжением до 15 км, отделенная от озера узкой 200 метровой полосой острова Ярки, Душкчанское устье—на запад от него, Дагарское—на восток вместе с сетью протоков и притоков В. Ангары, вливающих в нее свои воды

близ самого устья (Кичера, Аргакан и др.), наконец, множество мелких озер — староречий ярко характеризуют этот участок берега озера, как дельту реки и здесь подъем уровня значительно распространится вглубь от уреза. По предварительной оценке площадь затопления здесь может составить около 400 кв. км.

Спускаясь к югу вдоль восточного побережья Байкала, мы опять встретимся лишь с незначительным числом низких, местами заболоченных, устьевых участков долин малых притоков Байкала, вплоть до т. н. Кургуликского или Чивыркуйского залива, т. е. на протяжении около 280 км. Этот залив образован полуостровом Святой Нос, тянущимся параллельно береговой линии и представляющим собою огромный горный массив, протяжением 60 км и максимальной шириной — 20 км, возвышающийся над озером до 1460 м, соединенный с восточным его берегом низменным перешейком, шириною — 10 км и длиной — около 15 км. Этот перешеек имеет две лагуны (оз. Рангатуй), довольно значительных размеров, имеющие выход на север — в Чивыркуйский залив и несообщающиеся с югом — заливом Баргузинским. Весь перешеек и примыкающая к нему часть берега могут считаться подверженными затоплению, общая площадь которого может составить около 400—450 кв. км. Площадь эта не заселена, но занята постройками рыбного промысла.

Продвигаясь дальше на юг, следующий участок низменного берега мы встретим в районе залива Провал дельты р. Селенги, обширную низину, где вероятная площадь затопления может достигнуть 600 км при протяжении вдоль Байкала около 75 км. Этот район не является пустынным, однако, населенность его не велика.

К югу по восточному берегу Байкала, вплоть до южной его оконечности у с. Култук и по западному берегу — от с. Култук до истока р. Ангары, тянется линия Кругобайкальской железной дороги, возвышаясь над средним уровнем озера на 5—8 м. Эта линия — магистрального значения и колоссальной километровой стоимости, конечно, может служить лимитом для выбора подпорного горизонта озера, т. к. ее переустройство за счет энергии Байкальской установки было бы слишком дорого. Поэтому, выбирая отметку подпертого озера, мы считаем себя связанными фактом наличия Кругобайкальской железной дороги.

Изучение ее профиля показывает, что на участке от ст. Байкал (70 км Востсиб. ж. д.) до ст. Мысовая (332 км) можно наметить три участка с отметками полотна в абсолютной системе меньшими 460 м.

- 1) Район ст. Байкал (70—72 км) — 458,96.
- 2) Участок Култук-Слюдянка (157—166 км) — 459,92.
- 3) Район раз. Мамай (247—251 км) — 459,82.

При этом необходимо указать на затруднения, возникшие при установлении отметок. Вся линия пройдена процезионным нивелированием прямым ходом в 1906—1907 гг. и обратным — в 1928 г. На участке от ст. Михалево до ст. Мысовой (306 км)

обнаружены расхождения явно систематического характера, сходящие к допустимым размерам (0,18 м) на весь участок, но достигающие 0,38 м в пределе. Составители каталога высот¹ делают предположения о поднятии материка к западу от линии Хвойная—Кедровая и опускании к востоку от этой линии.

Исходя из указанных ограничений, мы принимаем отметку среднего многолетнего уровня, поднятой на 2 м против ее нормы, т. е. *нормальный подпертый уровень оз. Байкала при наполненном водохранилище* — 457,37 м.

Такой подъем озера при площади его на уровне подпора предельно в 31,5 тыс. кв. км отвечает увеличению емкости водохранилища в 61.500 млн. куб. м, каковой объем воды в процессе постройки накопить возможно, т. к. он соответствует 1,13 годового стока Ангары по среднему году. О способе накопления этого водохранилища скажем ниже. Общий объем воды в бьефе в долине самой Ангары не представится сколько-нибудь большим, составляя при длине бьефа около 60 км до 900 млн. куб. м.

Считаясь с расположением плотины на створе у д. Б. Разводной, тем самым мы выключаем участок Забайкальской ж. д. от ст. Иркутск до ст. Байкал (около 60 км), где дорога идет по косогору левого берега реки, возвышаясь над рекою на 5—10 м. На этом участке имеется полная возможность поднять ж. д. плотно по тому же косогору выше уровня будущего бьефа, причем, благодаря относительно малой пересеченности берегового рельефа, мы встретимся с необходимостью обхода линией заходящего вглубь берега бьефа лишь в 2 местах — по р. Курме и по р. Подорвихе.

Местная ситуация позволяет наметить и иной вариант переустройства линии ж. д. на этом участке в связи с ее затоплением, прокладкой трассы по долине р. Иркуты прямо до ст. Култук, минуя наиболее трудный участок Кругобайкальской ж. д. Изыскания показали, что при этом не избежать на этом направлении участков концентрированных больших уклонов (до 0,030), но это возможно перекроется значительной экономией в пробеге грузов (125—130 вместо 149 км).

Вопрос о переустройстве железной дороги в данной стадии нашей работы еще далек от решения.

Выполненные НКПС полевые изыскания вариантов по рр. Сихе и Ангосолке и по рр. Иркуты и Култучной, повидимому должны быть продолжены еще по новым направлениям (по р. Т. Байзаре). Имея ввиду дополнительные исследования в последующем, в виде первого приближения мы принимаем переустройство линии по старому ее направлению, по косогору левого берега р. Ангары, как вариант возможный и дающий достаточный запас в оценке стоимости сооружений.

Подъем уровня оз. Байкала, благоприятно отражаясь на пропускной способности русла Ангары в районе истока, одно-

¹ См. временный каталог высот Сибирских нивелировок. Москва 1931 г., стр. 184.

временно коренным образом улучшит условия судоходства в этом трудном участке, амортизируя скорости, составляющие здесь главное препятствие, и доведя глубину судового хода до 4 м. Это позволит считать возможным распространение морских условий плавания по Байкалу на участок р. Ангары вплоть до Байкальской плотины и перенести в связи с этим Байкальский порт из с. Лиственничного в г. Иркутск.

Тот же подъем скажется и на условиях плавания в устьевых участках судоходных притоков Байкала рр. Верхней Ангары, Баргузина и Селенги и сплавной р. Турки. По отношению к первым двум, а также к р. Турке это влияние можно определенно считать положительным, ввиду незначительного количества наносов, влекущихся этими реками, и отсутствию ярко выраженных баров в их устьях. По отношению к Селенге подающей в Байкал ежегодно громадное количество наносов и создавшей себе исключительно большую дельту, влияние подпора Байкала может оказаться двояким, на первое время определенно положительным, а потом на некоторый период, отрицательным, т. к. отложения наносов будут происходить в стороне от нынешнего бара и новый бар может принять, впредь до установления равновесия, значительные размеры. Повидимому в устье р. Селенги придется считаться или с какими то сооружениями (обходной канал), или работой дноуглубителя, так как судоходство будет того по своим размерам требовать.

Остановимся еще на вопросе о влиянии подпора на судьбу рыбного хозяйства Байкала, играющего в настоящей обстановке некоторую роль в бюджете Прибайкальского населения. Затопления устьев рек Селенги, Баргузина и В. Ангары не должны сказаться на ходе по ним омуля и селенги, основной рыбной продукции Байкала. С другой стороны, по предварительным соображениям знатоков Байкала, затопление перешейка, отделяющего Чивыркуйский залив от Баргузинского и создание там мелководной площади должно сказаться положительным образом на рыбоводстве в этом основном рыбном районе.

В районе истока Ангары условия для хариузового промысла перестанут, конечно, быть благоприятными.

Число затопляемых поселений по р. Ангаре в пределах бьефа составит 12 с общим количеством дворов порядка 300. По берегам оз. Байкала повидимому пострадают с. Лиственничное, Голоустное, Душкачан, Усть-Баргузин, несколько деревень у залива Провал в дельте р. Селенги и отдельные улусы бурятского населения преимущественно „летники“, которые придется перенести выше. Культурные и пахотные земли попадут в зону затопления лишь в пределах жилых поселков.

Как указывалось в предыдущей главе, средний расход р. Ангары в истоке, за последнее десятилетие с несомненными исходными данными, установлен в размере 1715 *кб. м* в сек. в то время как для всего поддающегося восстановлению периода он получен 1645 *кб. м* в сек. Восстановление это пришлось производить, пользуясь условными приемами, в которые, при

дальнейшей обработке данных, мы надеемся внести большую ясность, но в то же время между последним десятилетием и предыдущими нет явно выраженного отличия по водоносности. Поэтому основываясь на данных непосредственных измерений мы принимаем пока за средний многолетний расход, используемый на гидроэлектрической установке в истоке, — 1700 *кб. м* в сек., отличающийся всего на 3,2% по размеру и на 2,0 *см* по соответствующему ему уровню Байкала от условно восстановленного многолетнего, допуская т. о., что последующая проработка старых данных заставит поднять уровень оз. Байкала за старые годы на эти 2 *см*.

С увеличением испарения с поверхности озера при новом его уровне и с расходом воды на шлюзования мы пока не считаемся, ввиду их крайней незначительности.

Многолетний режим бьефа в пределах всего располагаемого материала наблюдений за уровнем оз. Байкала, вследствие недостаточной достоверности данных за старые годы, дан пока быть не может. Приводим ниже характеристику режима бьефа за последнее десятилетие (1921/22—1930/31), которые от ряда предыдущих лет принципиально не отличаются.

Допуская, что водохранилище было наполнено к 1/X—1924 г. и что станция работает на постоянный средний за все 10 лет расход (полный цикл работы водохранилища принят т. о. 10 лет), получаем следующую характеристику положения уровня 1 октября каждого последующего года:

1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931
-0.36	-0.51	-0.42	-0.23	-0.23	-0.35	-0.57	-0.41	-0.76	0

Т. о. для рассмотренного периода водохранилище полностью не использовано для многолетнего регулирования.

Регулирование расхода реки на протяжении года осложняет ход уровня озера. Получая весьма неравномерный приток (средний месячный максимум 6630 *кб. м* в сек., средний зимний минимум около 400 *кб. м* в сек.), оз. Байкал в естественном состоянии выравнивает сток в Ангару, сохраняя предельно трехкратное превышение максимального над минимальным расходом. Полное выравнивание расхода Ангары на протяжении всего года, должно будет увеличит по некоторым из годов амплитуду годовых колебаний озера, т. к. в месяцы максимального поступления воды в озеро расход воды из озера уменьшится. Напр. в 1930/31 г. годовая амплитуда уровней при регулировании увеличится до 1,26 *м*, против 1,03 *м*, наблюдавшихся в естественных условиях. Но для ряда лет менее водных, амплитуда уменьшится и для средне-фиктивного года она составит 0,69 *м* против 0,77 в естественных условиях.

Средне взвешенная за весь десятилетний период сработка водохранилища как многолетнего, так и с учетом сезонного регулирования составит 0,76 *м*, достигает в пределе 1,71 *м*.

При взятом сроке начала работы водохранилища катастрофически многоводный 1932 г. наступает при полном водохранилище. Если при этом станция работает на тот же расход, что и в предыдущие годы, а избыточная вода не сбрасывается через плотину, а остается в Байкале, то против нормальной отметки наполненного водохранилища наибольшее повышение уровня озера составит 1,37 м, что отвечает отметке 458.58.

Для сооружений на берегу оз. Байкала, кроме колебания уровня озера, необходимо считаться с явлениями ветровых нагонов и с волнением.

Нагоны, как можно судить из немногочисленных пока наблюдений, больших повышений уровня не дадут, но волнение на Байкале достигает больших размеров, и специальные волноломы в местах пониженного положения линии железной дороги могут понадобиться. Возможно, что при наличии волноломов будет иметь смысл не сбрасывать паводок даже катастрофического года. Если применительно к 1932 году, с момента восстановления уровня оз. Байкал в начале лета, начать сброс воды через плотину в нижний бьеф в размере 2.500 кв. м в сек., то наивысший подъем уровня Байкала в сентябре месяце составит 0,63 м, и наивысшая отметка озера составит 458.0 м.

1. о. предельная отметка Байкала при катастрофической его многоводности может быть принята между 458.0 и 458.6 м.

Переходя к вопросу о среднем уровне верхнего бьефа Байкальской установки у плотины, приходится учесть некоторое падение уровня в районе естественного водослива из озера в истоке. Не имея пока данных для более или менее точного его определения, принимаем его в размере 0,17 м в среднем, что вряд ли сильно изменится при уточнении.

Т. о. нормальная отметка верхнего бьефа у плотины при полном водохранилище будет 457.20, а считаясь со средней за 10 летний период сработкой водохранилища, для исчисления среднего рабочего напора нужно исходить из отметки 456.44.

Режим нижнего бьефа Байкальской плотины, подчиненный зарегулированному расходу реки, можно считать равномерным за исключением зимнего периода. Как было указано в описательной части, образование ледяного покрова на реке требует уменьшения уклонов, в связи с чем ледоставу предшествуют обязательные зажоры, вызывающие резкий подъем уровня при замерзании и последующее его снижение в течение всего периода ледостава.

На шлюзованной Ангаре ледовой покров сможет образоваться в порядке обычном для спокойных рек, и явления зимнего подъема горизонта должны исчезнуть. Это будет несомненно справедливо для бьефов, но для хвостовых их участков вопрос не в полной мере ясен. В районах выклинивания подпоров уклоны реки могут быть еще избыточными для образования льда и в таком случае ледостав будет требовать по старому возникновение зажоров.

Чертежи №№ 6 и 7, характеризующие процесс замерзания Ангары в последние годы, позволяют установить порядок уклона, нужного для замерзания верхнего течения Ангары в условиях зимы 1932 г. и 1933 г., в 0,00009.

Однако для образования зажора, имеющего возможность окрепнуть, необходимо возникновение пльвущего и взвешенного льда в определенных объемах¹, что будет затруднено шлюзованием реки. Особенно затруднено это будет у плотины Байкальской установки, т. к. теплая Байкальская вода в условиях быстрого течения, требующая для своего переохлаждения полынья, распространяющаяся на 10—20 км (а в 1933 г. и на 40 км), будет попадать из озера в спокойный бьеф, в котором поверхностный ледяной покров сможет образоваться почти на всей его длине, несомненно, что в пределах бьефа, равно, как и в турбинах гидростанции мы встретим воду с температурой выше нуля.

Ниже плотины образуется полынья, в пределах которой создается „фабрика“ донного льда, которая должна будет поставлять материал для зажоров.

При наличии Бархатовской плотины, подпор которой будет доведен до верховой черты г. Иркутска, очевидно, что подъема уровня в нижнем бьефе Байкальской плотины не будет.

Впредь до осуществления Бархатовской плотины зимний подъем уровня будет иметь место там, где размер полыньи обеспечит образование шуги в объеме, нужном для возникновения запоров. Для количественных расчетов необходимо знать температуру поступающей из гидростанции в нижний бьеф воды, чего мы пока иметь не можем. Поэтому не сомневаясь в том, что не только у плотины, но и у г. Иркутска никакого подъема уровня не будет, поступая заведомо в запас прочности, принимаем характеристику нижнего бьефа по условиям свободной реки, пользуясь многолетними данными для г. Иркутска и переводя их к месту расположения гидростанции. Годовой режим изменения уровней и напора показан на чертеже № 15.

Переходим к вопросу о выборе створа для Байкальской установки, для которой, как указывалось выше, мы останавливаемся на районе д. Б. Разводной (см. чертеж № 14).

Правый берег реки представляет собою ряд терасс, понижающихся к Ангаре, прорезанных широкими и пологими корытообразными падами.

Левый берег более крутой и высокий, не отличается развитием терасс, наметить которые можно лишь в отдельных местах. Прорезающие его пади более глубоки и круты.

Наиболее древней породой является песчано-сланцевая свита юры, составленная глинистыми, глинисто-слюдистыми и песчанистыми сланцами, массивными мелко и крупно-зернистыми песчаниками, тоже нередко слоистыми и подчиненными им

¹ В отчете Г. Г. И. по работам 1932 г. приводятся количественные расчеты, отвечающие образованиям фактических зажоров на реке.

частыми прослоями тощих углей. Породы эти чередуются, образуя не мощные, до 10 м пласты, пропластки же углей измеряются сантиметрами и часто выклиниваются, имея, повидимому, линзовый характер. Залегание пород от Иркутска до Разводной—горизонтально, выше они слабо (1—5°) погружаются. Сильно выветрелые на поверхности и в зонах контакта с вышележащим слоем четвертичных отложений породы, в более глубоком залегании достаточно свежи.

Изучение трещиноватости пород, развитой от волосных трещин до трещин, имеющих 1—2 мм,—повидимому, тектонического происхождения, показывает закономерную их ориентированность, причем по отношению к левому берегу установлено почти точное совпадение одной из систем трещиноватости с береговой линией в районе наличия упоминавшихся оползней. Это позволяет подозревать, что оползни произошли в результате оседания подмытых рекою массивов по плоскостям трещин. Буровыми работами оползни, равно как и строение левого берега, пока не вскрыты. Юрские отложения на левом берегу поднимаются значительно выше уровня намечаемого подпора. По правому берегу контакт с террасовыми отложениями намечается на отметках 430—440, довольно полого поднимаясь к водоразделу.

Террасовые отложения правого берега представлены бурями суглинками и буро-серой глиной, подосланными залегающим на юре галечным шлейфом, прослеженным перпендикулярно к реке на длину до 1,5 км и имеющим мощность 6—10 м. Вдоль по реке галечник имеет распространение в пределах всех интересующих нас створов. В верхней части его толщи промежутки между гальками заполнены суглинком, в нижнем (1—2 м) слое—средне зернистым песком без глины. Последнему уровню отвечает безнапорный водоносный горизонт.

Буровые работы в русле показали однообразную глубину залегания юрских формаций по всему району, доходящую до 10 м. Здоровые песчаники встречены на глубине 15 м от поверхности островов, на которых буровые были заложены, т. е., на отметке 415 м.

Предварительная характеристика профиля, составленная для сечения у Б. Разводной, дана на чертеже № 16.

Изучение относительных достоинств и недостатков, намеченных для исследований створов Байкальской плотины, заставляет нас остановиться для более подробных работ на Б. Разводном створе, т. к., при одинаковых геологических условиях русла с правого берега и несколько худших (древние оползни) левого, остальные показатели,—удобство компоновки узла, наличие строительной территории, максимально возможная близость к бьефу следующей по течению плотины, большая величина используемого напора и несколько меньшая длина створа—говорят в пользу этого створа. По имеющейся предварительной гипотезе эти древние оползни не внушают большого опасения, хотя, пока их генезис не будет установлен с

несомненностью, мы считаем необходимым их снять, примкнув плотину к коренному берегу.

Общая длина створа между горизонталями намеченного подпора составляет 2020 м, в том числе суммарная ширина реки на уровне горизонта нижнего бьефа составляет 950 м. Отметка горизонта воды, отвечающая нормальному расходу 1700 куб. м в сек.—427,8 м и, т. о., нормальный напор установки при полном бьефе составит 29,4 м. Считаясь с необходимостью заделки плотины в берега, нами принята длина вододержательного фронта в 2300 м, что отвечает примыканию плотины к коренному левому берегу. При этом имеется полная возможность расположить станцию в одну линию с плотиной.

Первичная мощность станции, при среднем рабочем напоре, с поправкой за счет введения многолетнего регулирования 28,0 м и зарегулированном расходе—1700 куб. м в сек. определяется в $1700 \times 28,0 \times 12 = 572.000$ л. с. или $0,714 \times 572.000 = 408.000$ квт. При 7000 часах использования, установленная мощность составит $1,25 \times 408.000 = 510.000$ квт.

Принимаем 15 агрегатов по 35 тыс. квт. каждый, т. е. общую установленную мощность станции—в 525 тыс. квт. Мощность турбин—по 48.800 л. с. каждая. Предполагаются турбины Френсиса, с вертикальным валом (число оборотов 125, коэффициент быстроходности—421, диаметр рабочего колеса—5,0 м). Полная длина здания станции—320 м. Поперечный разрез см. черт. № 17. В соответствии с решением вопроса о расположении основных потребителей энергии Байкальской установки, местоположение станции может быть выбрано у любого из берегов реки. В предварительных предположениях мы поместили станцию у правого берега. Плотина займет остальную длину вододержательного фронта, шлюзные устройства размещены также на правом городском берегу реки.

Плотина принята глухой, с устройством по верху проезжей дороги. Учитывая регулирующее значение плотины для нижележащих установок и желательность сброса катастрофического паводка, в теле ее заложены погруженные отверстия для пропуска воды на случай пропусков помимо гидростанции, общая пропускная способность которых составит 2500 куб. м в сек.

Шлюзные устройства предполагаются в составе двухкамерной шлюзной лестницы с падением каждой ступени в 14,5 м и причальных пирсов в верхнем и нижнем бьефе. Размеры шлюзных камер, принятые для подсчета их стоимости,—длина—120 м, ширина—18 м.

Общее количество работ по основным сооружениям узла Байкальской гидроустановки характеризуется следующими данными:

1) земляные работы	2.200 тыс. куб. м.
2) скальные работы	1.530 " "
3) бетонные работы	2.100 " "
4) металл	9.000 тонн

Мостовой переход на правый берег, в районе Байкальской установки для железнодорожной линии, намечен значительно

ниже по течению основного узла, т. к. транзитное ж. д. направление от г. Иркутска на северо-восток мыслится на Верхнюю Лену и трасса его может быть легче уложена по долине р. Куды, впадающей в Ангару в 20 км севернее г. Иркутска, где и намечен этот мост. В пределах города намечаются два городских моста (один в постройке). Выше города нет благоприятных мест для мостового перехода.

Продолжительность осуществления сооружений Байкальской установки принята в 4 года. Это означает максимальную годовую производительность кладки в 800 тыс. куб. м, что на 60% выше максимальной годовой, развитой на Днепре, но при наличии в 2,2 раза большего фронта работ это является осуществимым и без введения зимних работ.

Особо приходится остановиться на задаче накопления Байкальского водохранилища. Т. к. начало накопления его за плотинной возможно лишь при возведении плотины почти на полную ее высоту, то во избежание продолжительной работы станции неполным расходом в процессе этого накопления, мы намечаем его осуществление параллельно с постройкой станции. Для этой цели в истоке Ангары намечается постройка временной ряжевой плотины с подпором до нужной отметки, впоследствии убираемой. За этой плотинной накопление бьефа осуществляется в 3 года, за счет уменьшения стока в Ангару в ненавигационные месяцы—до 500 куб. м и летние—до 1500 куб. м в сек. Последняя норма не лишает Ангару ее судоходных свойств и с этой стороны допустима. Наличие этой временной плотины упростит строительство в реке, нормируя поступающие к створу расходы воды.

Итоги оценки стоимости всех элементов Байкальской установки, выполненной с соблюдением изложенных выше принципов, даются в следующей таблице:

1. Основные работы по постройке плотины . . .	58.000 тыс. руб.
2. Основные работы по постройке гидростанции . . .	29.000 " "
3. Электромеханическое оборудование станции на 525 тыс. квт.	35.000 " "
4. Основные работы по постройке шлюза и подходов	11.000 " "
5. Прочие расходы по основным сооружениям	3.500 " "
6. Вспомогательные и временные сооружения: перемычки, временная плотина, бетон. заводы, механизация и пр.	56.000 " "
7. Разные расходы (водоснабжение, освещение, пожарная и др. охрана и пр.)	9.000 " "
8. Работы в верхнем бьефе (отчуждение построек в полосе затопления, переустройство ж. д. на длине 56 км расчистки в истоке Ангары, мероприятия в устье р. Селенги и др.)	40.000 " "
9. Административно-хозяйственные расходы	17.000 " "
10. Особые расходы (расходы сторонних ведомств, консультации и пр.)	12.500 " "
11. Дополнительные расходы (опытное строительство, техника безопасности и пр.)	3.000 " "
Итого	274.000 тыс. р.

Для оценки потребных ассигнований к этому итогу д. б. прибавлена стоимость неамортизируемого оборудования постройки, оцениваемая (по примеру Днепра) цифрой порядка 40 млн. руб., и т. о. общий размер капиталовложений составит 314 млн. руб.

В этой сумме стоимость судоходных сооружений занимает 20 млн. руб.

Принимая эксплуатационные расходы (вместе с начислением 6% на капиталовложения и с учетом 0,6% за время постройки) в 8,3% от полной стоимости, получим годовую стоимость эксплуатации в 22.800 тыс. руб.

Стоимость установленного киловатта при отнесении судоходных устройств на энергию будет 522 руб., при самостоятельной окупаемости судоходных сооружений—485 руб.

Как видно удельная стоимость Байкальской установки не получается низкой. Днепровская станция оказывается в 1,6 раза дешевле. Однако благодаря высокой эффективности Байкальской станции энергия ее получится дешевле Днепровской.

Годовая отдача первичной энергии Байкальской станции по среднему рабочему напору, при ее изолированной работе, составит $408.000 \times 8760 = 3.57 \times 10^{11}$ квтч. Т. о. себестоимость тока на шинах станции составит:

$$\frac{22.80 \times 10^6}{3.570 \times 10^{11}} = 0,64 \text{ коп. /квтч.}$$

При самоокупаемости судоходных сооружений себестоимость тока понизится до 0,59 коп. квтч.

3. Бархатовская установка

В целях улучшения судоходных условий Ангары бьеф Бархатовской плотины желательно довести до Байкальской. Как отмечалось выше, лимитом для отметки бьефа является город Иркутск, расположенный своей основной частью на широкой террасе правого берега Ангары, со средней отметкой 429—431 м.

Колебания горизонта воды в г. Иркутске, при естественном режиме, происходят в летние месяцы в пределах от отм. 424,15 до отм. 424,53 и в зимние—до отм. 428,85 (см. чертеж № 5). Постройка Байкальской плотины резко улучшит летние условия, фиксируя нормальный летний горизонт на отм. не ниже 426,28. отвечающей проходу расхода 1700 куб. м в сек. и заметно улучшит зимние. На летних горизонтах сможет сказываться подпор в Иркуте, вызывающий кратковременные летние пики.

Постройка Бархатовской плотины окончательно фиксирует уровень воды у Иркутска на отметке подпора и дальнейшие его колебания будут создаваться сработкой водохранилища.

Считаясь с нормальной отметкой нижнего бьефа Байкальской плотины 427,6 м и высотным положением города, а также территории ст. Иркутск (430,5 м) мы останавливаемся на

нормальной отметке бьефа — 426 м. Не имея пока материалов для расчета подпорной кривой, принимаем отметку для сечения у понтонного моста 427,0, допуская при этом, повидимому, незначительную ошибку, т. к. непосредственно ниже города бьеф получит сразу большие размеры, благодаря затоплению низменного левого берега. Выклинивание подпора будет иметь место, примерно, у створа Байкальской плотины.

На протяжении Бархатовского бьефа левый берег Ангары невысок. Поэтому, затопление его при отметке бьефа 426 оказывается большим. Правый берег в основном высокий, но и по нему встречаются местами невысокие террасы и относительно широкие долины притоков (р. Куда), затопление которых произойдет на довольно большой площади.

Этот участок реки характеризуется наиболее заселенными и освоенными берегами, почему затопление от Бархатовской установки явится существенным фактором.

По данным предварительных обследований в полосу затопления полностью или частично попадут 27 селений по р. Ангаре и 6 селений по р. Белой, причем ряд из них довольно крупные (Урик, Олонки, Буреть, Усолье, Тельма, Бадай и др.). Вместе с тем в полосе затопления окажется и ряд промышленных предприятий, из коих наиболее крупными можно считать:

- 1) Усольский солеваренный завод.
- 2) " " кожевенный "
- 3) " " спичечная фабрика.
- 4) Тельминский винокуренный завод.
- 5) " " клееваренный "
- 6) Бархатовская толевая фабрика.
- 7) Китойский лесозавод.
- 8) Тайтурский "

Кроме того, в ряде сел имеются мельницы (паровые и водяные), также попадающие в зону затопления. На границе последней оказывается и Хайтинская фарфоро-фаянсовая фабрика, расположенная на берегу р. Белой.

Суммарная стоимость перечисленных выше заводских предприятий (без Хайты) по балансу на 1 января—33 г. составляет 4 млн. руб. При этом оборудование их и постройки в значительной мере уже устарели и утратили свою ценность. Наибольшее значение имеет Усольский солеваренный завод, подвергшийся в 1932—34 г. расширению, однако, новое строительство рассчитано на короткий амортизационный срок. Кроме того, завод должен переходить с практикуемой им эксплуатации обогащенных растворов на шахтный метод работы, а шахты вполне возможно закладывать выше подпора.

Очевидно, что перечисленные селения и предприятия не влияют на решение вопроса о выборе отметки бьефа Бархатовской плотины.

В устьевых участках притоков подпор должен будет войти довольно далеко вглубь берега и в нескольких местах затопит линию Сибирской железной дороги.

Это заставит переустроить линию на участке от ст. Половина до ст. Иннокентьевская (100 км) с заменой мостов через Белую и Китой новыми.

Общая площадь затоплений от Бархатовской плотины, по предварительным данным, оценивается в 500 кв. км. Площадь зеркала водохранилища составит 690 кв. км, причем благодаря довольно плоским берегам, изменение площади зеркал при сработке бьефа будет заметным.

Средний, за период в 10 лет с наблюдениями, расход воды р. Ангары у Бархатова составляет 2285 куб. м в сек. Но благодаря влиянию притоков, изменения водоносности от года к году и от месяца к месяцу здесь резче, чем у истока.

Для выбора размеров расчетного расхода установки, необходимо сразу же задаться размерами регулирования. Большая сработка Бархатовского бьефа нежелательна, т. к., не говоря о неудобстве резкого, в течение года, изменения уровня Ангары, а, следовательно, и урезовой линии на пологом левом берегу, интенсивное использование прибрежной территории которого мы вправе предполагать для будущего, это очень неблагоприятно скажется на судоходных условиях участка, тем более, что восстановление бьефа будет наступать лишь к концу лета. Поэтому мы ограничиваем сработку бьефа 6 м, что обеспечивает объем сливной призмы в 3,45 млрд. куб. м.

Располагая указанным объемом сливной призмы, мы получаем следующие зарегулированные расходы для обоих случаев по годам, считая в случае совместной работы (2), что Байкальская установка расходует 1700 куб. м в сек.

Средний годов. расход реки	1917/18	1918/19	1919/20	1920/21	1921/22	1927/28	1928/29	1929/30	1930/31	1931/32
		2374	2407	2614	2182	2120	2113	1815	2133	2522
Зарегулированный (1) расход (2)	2095	1896	2161	2067	1812	2041	1641	1676	2033	2093
	2082	2291	2444	2087	2058	2092	2011	2092	2043	2039

Так как случай (1) изолированной работы станции относится только к периоду времени до постройки Байкальской, то выбор установленной мощности надо делать, исходя из случая (2) совместной работы обеих станций.

Дальнейшее выравнивание расхода, против указанных в таблице цифр для случая совместной работы, возможно, если шести частичное обратное регулирование расходов с помощью Байкальского бьефа.

К вопросу оценки первичной мощности станции мы вернемся ниже, здесь же отметим, что для первичной мощности мы останавливаемся на расходе кругло 2100 *кб. м* в сек., при среднем рабочем напоре установки, причем регулирование будем вести на постоянную мощность, соответственно варьируя и расход и напор (см. чертеж № 18).

При этом окажется неизбежным частичный сброс воды или через плотину, или через турбины, вырабатываемые сезонный ток.

Максимум расхода у с. Бурети, замеренный в 1932 г., составил до 7000 *кб. м* в сек. Чрезвычайно благоприятный случай исключительной многоводности всех рек Ангарской системы в 1932 г. позволит в дальнейшем провести анализ высоких паводков на Ангаре. Не имея пока обработанных наблюдений, отметим кратковременность высоких летних пиков. Так, расходы выше 6000 *кб. м* в сек. в 1932 г. наблюдались в Бурети трижды 12/VI, 17/VII и 4/VIII, причем объем наибольшего из паводков не превысил 1 млрд. *кб. м*.

Располагая водохранилищем с площадью зеркала 690 *кв. км*, можно было бы принять этот паводок в бьеф, вызвав его повышение на 1,20 *м*.

Однако, считаясь с тем, что водослив для Бархатовской плотины нужен и что большая длина плотины допускает возможность устройства водослива любой длины, для определенного размера водослива Бархатовской плотины расчетный максимальный паводок принимаем в 9000 *кб. м* в сек.

Сбрасывать лед через Бархатовскую плотину мы не предполагаем, т. к. весенний ледоход будет происходить при пониженном уровне водохранилища, когда потеря воды будет не желательна. Поскольку таяние льда в бьефе допускается для соседних бьефов, очевидно, что и здесь оно может быть допущено.

Режим верхнего бьефа, применительно к близкому и среднему году—1929—30, показан на чертеже № 19, где нанесен также ход уровня для того же года у г. Иркутска.

Суточное регулирование в бьефе Бархатовской плотины осуществимо без всяких затруднений.

Как указывалось выше, район относительного сужения коренных берегов р. Ангары близ Бархатова имеет значительное протяжение. Выбор створа в этих пределах обуславливается следующими соображениями.

Начиная от д. Усть-Котихи вниз по течению до с. Бейтоново, на 15 *км*, на левом берегу непосредственно к реке примыкает терраса, возвышающаяся над рекой до 20 *м*, шириной до 1½ *км*. Эта терраса, довольно спокойная по рельефу, составлена цепью островов—останцев, выходящих к реке обнажениями доломитов, местами прерванными алювиальными пониженными террасками и занесенными староречием между ними и коренным берегом. На ней предположено размещение т. н. Черемховского промышленного комбината—первоочередного промышленного комплекса, включающего в себя ряд пред-

приятий тяжелой индустрии, возникающих в районе Прибайкалья на базе использования энергии Черемховских углей. Большая по размерам (20 *кв. км*), спокойная по рельефу, вытянутая вдоль судоходной реки, удовлетворительная по геологии,—эта площадка находится в кратчайшем возможном расстоянии от места добычи черемховских углей, и с 1932 г. на ней начаты подготовительные и строительные работы по первоочередным предприятиям.

Пересечение этой площадки створом плотины можно было наметить лишь в ее верховом конце, где судя по предварительным данным, представлялось вероятным непосредственное распространение коренного берега вплоть до уреза Ангары, что обещало, при несколько большей длине плотины, уменьшение объема основных работ по ее возведению. Здесь был намечен нижний VI вариант створа. На 5 *км* выше по течению, между деревнями Усть-Котиха и Бархатово, где коренные берега непосредственно спускаются к реке, намечен был следующий створ V, характеризующийся круто падающими берегами, наименьшей длиной по гребню и наибольшей шириной на уровне уреза воды.

Наконец, на 6,7 *км* выше по течению был намечен верхний из всех возможных створов I, характеризующийся средними длинами по гребню (при большей пологости левого берега реки) и по урезу. Створы VI и V пересекают острова в русле реки. Створ I проходит между островами.

Эти три створа были выделены для сопоставительного изучения их геологических условий, преследуя этим освещением всего участка Ангары протяжением между I и VI створами свыше 10 *км* и последующий выбор места окончательного створа.

Геология района, как указывалось, характеризуется развитием доломитовой толщи средне-кембрийского возраста, в нижних частях прикрытой непосредственно четвертичными отложениями, на верхних уровнях, в стороне от реки,—юрскими формациями, иногда значительной мощности.

Вверх по течению реки кембрий распространяется на несколько десятков километров, вниз по течению—на сотни.

Доломитизированные известняки и доломиты, развитые в районе, залегают спокойно, почти горизонтально и отличаются в общем тонкостроистостью. В некоторых свитах преобладают слои мощностью, измеряемой десятками сантиметров, в других—одним-двумя метрами.

Трещины напластования не велики по размерам, хотя начинаясь от волосных, доходят местами до размеров, допускающих циркуляцию по ним подземных вод.

Значительно сильнее развиты вертикальные трещины, причем в последних определенно прослеживаются два взаимно-перпендикулярных господствующих направления—северо-восточное и северо-западное, из которых первое отличается наибольшей развитостью трещин.

Значительного развития достигают в районе явления карста, зарегистрированные как на правом, так и на левом берегах ре-

ки, на равных уровнях и даже на островах. На высокой террасе в районе Бархатовской талевой фабрики имеются целые карстовые поля с характерным микрорельефом, замаскированным лесом, но, повидимому, соподчиненным основному направлению трещиноватости. Карстовые воронки чаще всего небольших размеров, местами достигают нескольких десятков метров в диаметре и до 20 м глубины. Между линиями V и I створов, в устье т. н. Кочерковской пади, обнаружена утечка воды из р. Ангары в трещину, узкую при входе и оказавшуюся по ее расчистке постепенно расширяющейся, до размеров пещерообразного хода, прощупанного в глубину на 4 м.

Развитие карста имеет место во всем изучавшемся районе, как выше створа I, так и ниже VI. Повидимому, оно приурочено к определенным, наиболее сильно закарстованным, горизонтам, однако карстовые воронки зарегистрированы от современного уровня реки до отметок на 100 м выше.

Буровые и шурфовочные работы показали неглубокое залегание доломитовой толщи в русле (на островах). Вместе с тем, строение склонов, повидимому, ступенчатое, причем уступы выполнены обломочным материалом, маскирующим ступени и создающим для береговых склонов однообразный уклон (для правого берега—около 35°).

В верхней части склонов отмечается т. н. отседание их, т. е. постепенное отделение от массива его частей, ограниченных вертикальными плоскостями трещин, параллельных склону.

Указанные обстоятельства, обрисовывающие весьма сложные геологические условия для сооружения Бархатовской установки, вскрыты работами, выполненными во второй половине 1932 г. Мы надеемся, что дальнейшее изучение местного карста даст нам решение, вполне определяющее меры его локализации, возможно также, что он не окажется столь опасным, как может рисоваться при первом с ним знакомстве. В настоящий момент мы оцениваем обстановку таким образом, что в худшем случае здесь возникнет вопрос не о поисках другого места для плотины или снижении ее напора, а о возможности какого бы то ни было поднятия уровня Ангары в этом районе. Поскольку закарстованный район вытянут вдоль р. Ангары на десятки км и карст зарегистрирован на всех уровнях от современного уреза до пределов верхних террас, Бархатовская точка решает возможность или невозможность осуществления идеи сплошного шлюзования р. Ангары.

Ввиду отсутствия принципиального различия в геологических условиях всех трех створов и желательности оставить площадку целиком в распоряжение комбината, мы останавливаемся для дальнейших проработок на районе V створа.

Длина створа на уровне подпора—2075 м, в том числе суммарная ширина реки на уровне нижнего бьефа составляет 640 м.

Отметка горизонта воды в V створе, отвечающая пропуску расхода 2100 кв. м в сек. составляет 390,14 м и таким образом, при полном бьефе, нормальный напор будет 35,86 м.

Ведя регулирование расхода на постоянную мощность и оставляя (в запас надежности подсчетов) характеристику зимнего хода уровня без изменения против естественных условий, мы получим по режиму 1929—30 г., близкого к среднему для случая совместной работы, средний за год отрегулированный расход станции 2092 кв. м в сек. и средний напор—33,40 м. Характер изменения напора см. на чертеже № 19.

По тому же году, в случае изолированной работы, при регулировании на постоянную мощность, средний за год отрегулированный расход составит 1676 кв. м в сек., со средним за год напором—33,66 м.

Другие годы не представляют резкого изменения в отношении условий регулирования.

Таким образом, в случае изолированной работы (случай 1) первичная мощность составит:

$$12 \times 1676 \times 33,66 = 677 \text{ тыс. л. с.} \\ \text{или } 0,714 \times 677 = 485 \text{ тыс. квт.}$$

в случае совместной работы Байкальской и Бархатовской станции (случай 2) первичная мощность последней будет:

$$12 \times 2092 \times 33,4 = 840 \text{ тыс. л. с.} \\ \text{или } 0,714 \times 840 = 600 \text{ тыс. квт.}$$

Установленную мощность, пользуясь коэффициентом использования мощности 7000 часов, принимает в 762 тыс. квт., составленных двенадцатью агрегатами по 63,5 тыс. квт. каждый. Устанавливая тринадцатый такой же—резервный, примем полную установленную мощность в 825.000 квт. При первоочередном осуществлении Бархатовской установки ее установленную мощность можно уменьшить до 635 тыс. квт., оставив заготовленные для трех остальных агрегатов гнезда пустыми. Также возможно, поставив полную мощность, отпустить сезонную энергию, обеспеченную (по 1929—30 годы) 5 месяцев в году.

Турбины по своим размерам почти в точности совпадают с Днепровскими. Характеризующие их данные следующие: тип Френсиса с вертикальным валом, число оборотов—88,25, коэффициент быстроходности—280, диаметр рабочего колеса—5,75 м. Полная длина станции—304 м, поперечный разрез ее см. черт. № 20.

Станция в Бархатовском створе располагается в одну линию с плотиной. Местоположение ее намечено ближе к левому берегу, где будет расположен весь потребитель, но несколько приложено к острову для облегчения процесса стройки.

Шлюзовые устройства, состоящие из трехкамерной лестницы и причальных пирсов, положены под правым берегом. Условия для трассирования шлюза в Бархатовском створе довольно трудны. В связи с этим, в оценке стоимости узла мы приняли стоимость шлюза вдвое большей Днепровского (при равном напоре), не подыскивая пока его наивыгоднейшие положения.

Тип плотины для оценки объема работ взят водосливной, со щитами типа Стоней на гребне на длине 322 м; остальное протяжение занимает глухая плотина. Размеры щитов: пролет—13 м, высота—9 м. При 20 пролетах пропускная способность водослива составит 9000 *кб. м* в сек.

В связи с отказом от спуска льда предоставляет интерес продолжительность таяния льда в бьефе в условиях Ангары, т. к. это сопряжено с задержкой открытия судоходства. При громадной инсоляции в весенние месяцы, повидимому, этот срок не будет продолжительным. Решение задачи теоретическим порядком оказалось пока невозможным за недостатком данных.

Отношение заложения к высоте плотины принято 0,85; заделка в скалу—5 м. Врезка в берега, принятая для подсчета объема работ, показана на черт. № 18.

Общее количество работ по основным сооружениям узла Бархатовской установки оказывается следующим:

1) земляные работы	2.000 тыс. <i>кб. м.</i>
2) скальные	330 " " "
3) бетонные	2.500 " " "
4) металл	11.000 тонн.

Количественно оценить каким то образом предстоящую борьбу с карстом мы затрудняемся. Необходима ли будет здесь цементация или глинизация, и на какую глубину и длину фронта, в настоящее время учесть невозможно. Поэтому мы не нашли сейчас другого выхода, как оценить борьбу с карстами круглой суммой, установленной совершенно глазомерно в 25 млн. руб.

Ниже плотины, в расстоянии от нее 16 км намечено место для мостового перехода через р. Ангару железной дороги. Это место определяется возможностью выхода линии на возвышенности правого берега долиной впадающей здесь р. Иды.

Продолжительность стройки Бархатовской станции можно считать в 4 года, т. к. наибольшая производительность кладки получится при таком сроке 900.000 *кб. м* в год, что при большем фронте работ осуществимо.

Оценка стоимости всех элементов Бархатовской установки, на основе изложенных выше принципов, приводит к следующим итогам:

1. Основные работы по постройке плотины . . .	67.000 тыс. руб.
2. Работы по заделке карстов и прекращению фильтрации	25.000 " "
3. Основные работы по постройке гидростанции . . .	31.600 " "
4. Электромеханическое оборудование станции на 825 тыс. <i>квт.</i>	51.000 " "
5. Основные работы по постройке шлюза и подходов	38.000 " "
6. Прочие расходы по основным сооружениям . . .	5.000 " "

7. Вспомогательные и временные сооружения (перемычки, врем. мосты, бетонные заводы, механизация и пр.)	66.500 тыс. руб.
8. Разные расходы (водоснабжение, освещение, пожарная и др. охрана и пр.)	11.600 " "
9. Работы в верхнем бьефе (отчуждение построек в полосе затопления, переустройство жел. дороги на длине 100 км, расчистки судового хода и пр.	35.000 " "
10. Административно-хозяйственные расходы	22.700 " "
11. Особые расходы (расходы посторонних ведомств, консультации и пр.)	18.000 " "
12. Дополнительные расходы (опытное строительство, техника безопасности и пр.)	3.000 " "
<hr/>	
Итого	365.000 тыс. руб.

В указанной сумме 46.000 тыс. руб. составляет полная стоимость судоходных сооружений.

Установленный *кв.* на Бархатовской установке таким образом, обойдется в 432 руб., а при самостоятельной окупаемости судоходных сооружений—387 руб.

По отношению к Днепрострою это даст увеличение в 1,4 раза.

Принимая эксплуатационные расходы, как и выше, в 8,3% от полной стоимости установки, оцениваем годовую стоимость эксплуатации в 30.300 тыс. руб.

Годовая отдача первичной энергии Бархатовской установки по средним условиям, при работе в общей системе с Байкальской составит (по 1929—30 году):

$$600.000 \times 3760 = 5,25 \times 10^9 \text{ квч.}$$

В этом случае себестоимость тока на щитах станции окажется:

$$\frac{3,03 \times 10^9}{5,25 \times 10^9} = 0,58 \text{ коп. квч.}$$

При самокупаемости судоходных сооружений она понизится на 0,07 коп. *квч.*

При изолированной работе Бархатово отдача первичного тока по тому же году будет:

$$485.000 \times 8760 = 4,25 \times 10^9 \text{ квч.}$$

Сверх того, может быть выработано на дополнительных агрегатах еще 520 млн. *квч* сезонной энергии, обеспеченной в течение 5 месяцев.

В таком случае себестоимость первичного тока изолированной Бархатовской установки составит:

$$\frac{2,92 \times 10^9}{4,25 \times 10^9} = 0,69 \text{ коп. квч.}$$

Себестоимость сезонной энергии, при этом, составит 0,19 коп. квч.

Пополняя сезонную энергию тепловой от Черемховской ТЭЦ, себестоимостью по 1,5—2,0 коп. квч, получим средневзвешенную себестоимость этого смешанного тока в 0,9—1,2 коп. квч.

4. Братская установка

Следующая установка, располагаемая ниже Падунского порога, явится самой крупной во всей схеме как по мощности, так и по напору.

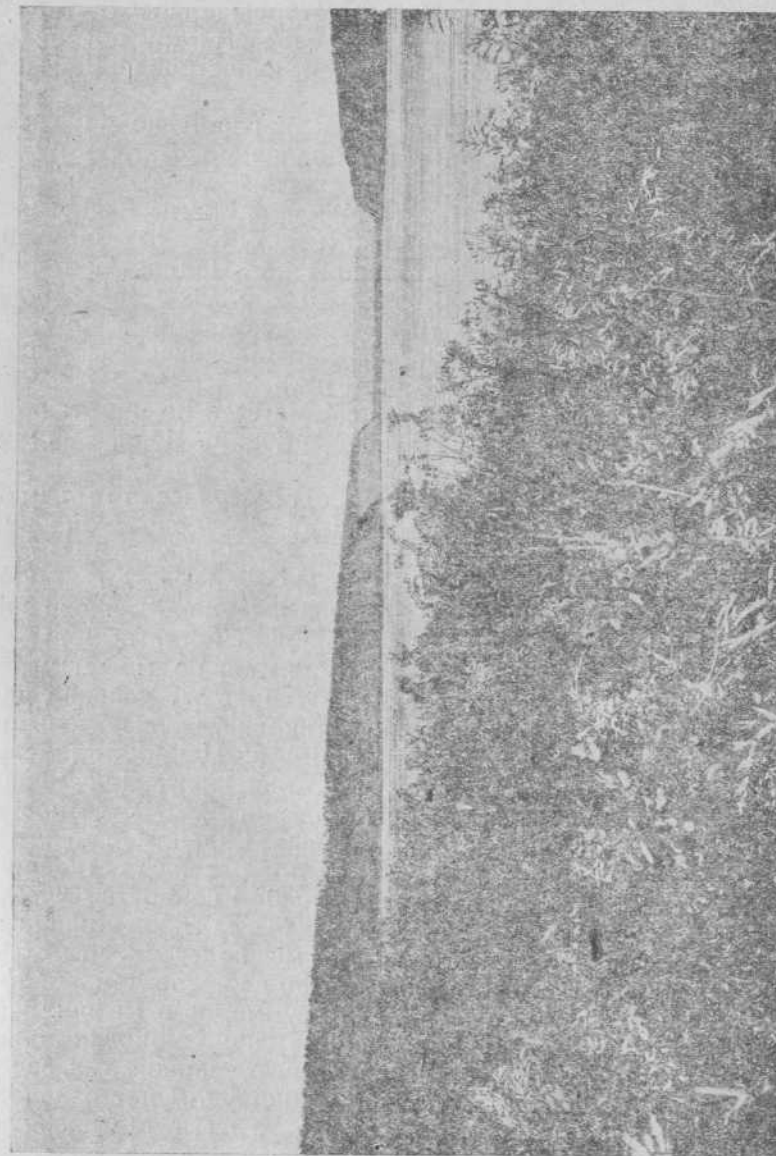
На протяжении Ангары от Бархатово до устья р. Оки ни топографические, ни геологические условия не приходится считать благоприятными для устройства высоких плотин, но положение меняется сразу за с. Братский острог, где река входит в район трапповых интрузий.

Здесь сразу привлекает к себе внимание ущелье ниже Падунского порога, где почти вертикальные утесы непосредственно опускаются к воде на обоих берегах. Несколько хуже по топографии район Пьяного порога, на 21 км выше по течению. Ниже Падунского следующее сужение образовано пересечением траппов у Дубынинского порога в 47 км от Падуну. Здесь достаточно удовлетворительна и геологическая и топографическая обстановка, но напор у плотины увеличился бы еще на 9 м. Так как дальнейшее увеличение и без того высокого напора вряд ли желательно, мы останавливаемся на Падунском сужении, как наиболее благоприятном районе для установки, но пока данных бурения нет, имеем ввиду и другие створы, возможные для размещения Братской установки.

Отметка горизонта воды в створе, намеченном под плотину, при среднем за весь период расходе реки, составляет 296,50 м. При стремлении распространить подпор Братской плотины до Бархатовской, отметка верхнего бьефа может быть принята 387,0 м и таким образом, нормальный напор у плотины составит 90,5 м.

На протяжении бьефа, несмотря на большую его длину, каких либо ограничивающих его отметку обстоятельств мы не встречаем. В непосредственной близости к намечаемому створу, в 8 км от него, на правом берегу реки, находится т. н. Красноярское месторождение железных руд, мощность которого выявлена в 1931 г. и определяется в 70 млн. т. Это месторождение находится на высоком склоне горы „Петропавловский рудник“ на отм. около 500 м, и поднятие подпора здесь можно расценивать как благоприятный фактор, т. к. облегчится очень трудное положение с водоснабжением и станет возможным обслуживание рудника водным транспортом.

Из месторождений полезных ископаемых в зону затопления попадает Долоновское железорудное месторождение по р. Долоновке, притоку Оки, и, возможно, Ермаковское, на правом берегу Оки, пока не вошедшее в съемки. Мощность Долонова, в результате достаточно тщательного его изучения, оценивается лишь



Ущелье Братской плотины

в 736 тыс. м, т.е. оно может быть полностью выработано до подъема подпора Братской плотины, к чему имеются и другие побудители, т. к. это единственное месторождение на левом берегу р. Ангары, исключая удаленное и мало мощное Седановское, а эксплуатация остальных месторождений будет возможна лишь после сооружения моста через Ангару на проходящей в этом районе трассе, намеченной к постройке Ленской железной дороги.

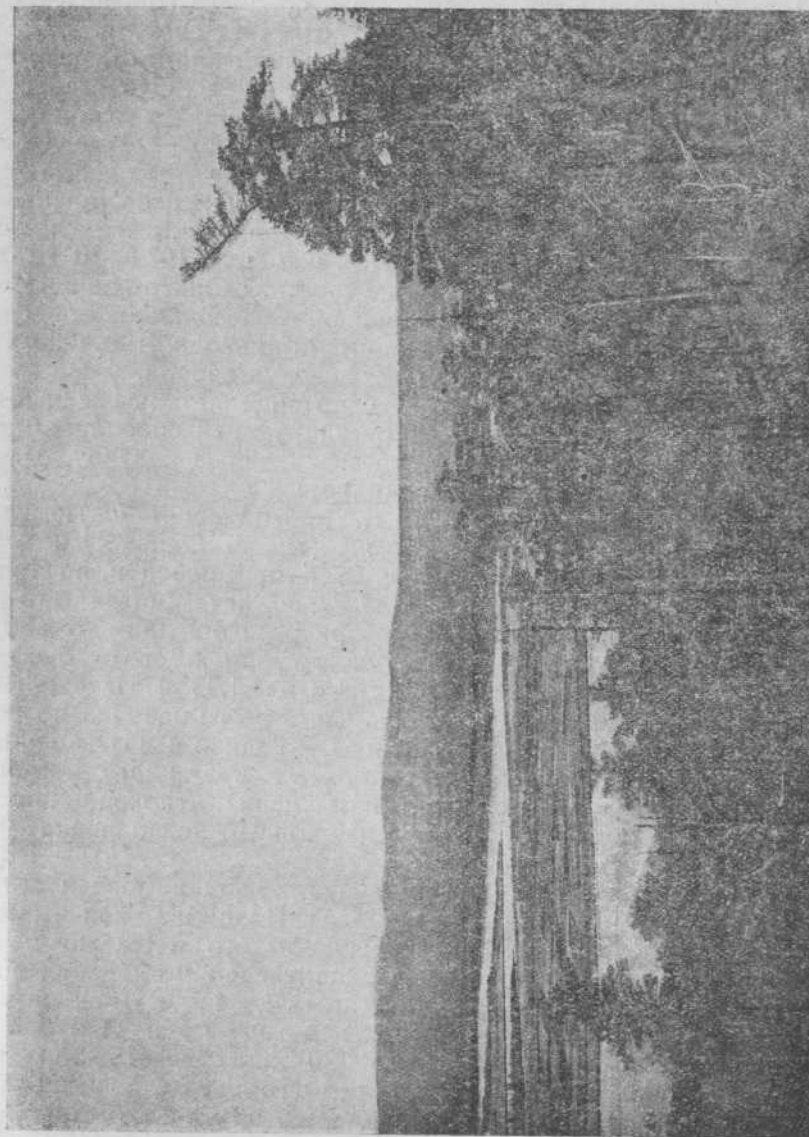
Что касается селений, то при столь большом подпоре как 90 м, число попадающих в зону затопления по Ангаре будет довольно велико, причем некоторые из них значительны по размерам (Падунское, Братск, Кежма, Мамырь, Громы, Распутино, Янды, Усть-Уда, Балаганск-Малышовка и др.). Крупных промышленных предприятий в полосе затопления нет. Подпор Братской плотины распространится также вверх по р. Оке на 320 км и по ее притоку р. Ие—на 75 км от устья, захватив в зону затопления село Долгий луг, Долоново, Большеокинское, Больш. Када, Шаманово, Усть-Ийское, Кобь и др.).

На десятки километров подпор поднимется и по малым притокам Ангары в Братском бьефе (по рр. Кежме, Чане, Видиму, Зерме, Янде, Унге, Осе и др.).

За незаконченностью обработки тахиметрической съемки 1932 г. бьефа Братской плотины, площадь его зеркала оценена приближенно. Она составит около 3000 кв. км. из коих по Ангаре—2200 кв. км, по Оке—600 кв. км и по Ие—200 кв. км. Таким образом у Братской плотины мы получим крупное водохранилище, позволяющее манипуляции с большими массами воды.

Несмотря на его размеры, это затопление не может ограничивать проектировку в подыскании оптимальных условий для работы Братской гидроэлектрической установки, исключительной по мощности в СССР и в мировом масштабе. Ценность земель, прилегающих непосредственно к реке, невелика. При новом базисе реки легко будет освоить для сельского хозяйства новые площади, сейчас в большинстве таежные. Селения, за очень редкими исключениями, целиком состоят из деревянных строений, не представляющих, при обилии леса, большой ценности. В связи с отсутствием в полосе затопления этого бьефа промышленных предприятий и инженерных сооружений, мы полагаем, что отчуждение здесь должно оказаться значительно дешевле, чем в бьефе Бархатовской плотины, и оцениваем его суммарно в 15 млн. руб.

В гидрологическом отношении для Братской установки должны быть созданы максимально-благоприятные условия, т. к. здесь сброс воды мимо турбин, при большом напоре, будет означать большие потери энергии, чем на какой-либо из выше расположенных установок. Площадь зеркала водохранилища Братской плотины предоставляет в этом отношении полные возможности, т. к. при работе слоем водохранилища в 5 м мы можем располагать объемом сливной призмы около 15 млрд. куб. м, в то время как годовой сток р. Оки, основной для питания этого бьефа артерии (70% водосбора), составляет 12,5 млрд. куб. м.



Река Ангара на 740 км от истока

Наличие расположенных выше водохранилищ позволяет значительно уменьшить необходимый для манипулирования слой.

По условиям водоносности 1929—30 г., при наличии Байкальской и Бархатовской плотин, объем сливной призмы, нужный для выравнивания у Братской плотины среднего годового расхода, составляет 7,92 млрд. *кб. м.*, что отвечает слою в 2,62 м.

При наличии вверху одной Байкальской плотины, выравнивание среднего расхода для 1929—30 г. требует сливной призмы объемом 9,75 млрд. *кб. м.* При наличии одной Бархатовской плотины потребный объем сливной призмы для того же года составит 11,5 млрд. *кб. м.* В последнем случае многолетнее регулирование расхода у Братской плотины окажется уже невозможным.

В остальные годы с имеющимися наблюдениями условия для регулирования не будут худшими, чем для 1929—30 года.

Работа малым слоем позволит не терять, сколько-нибудь заметно, в напоре станции, допуская лишь плавные колебания бьефа. Режим уровня Братского бьефа применительно к 1929—30 г., при условии наличия двух вышележащих установок.

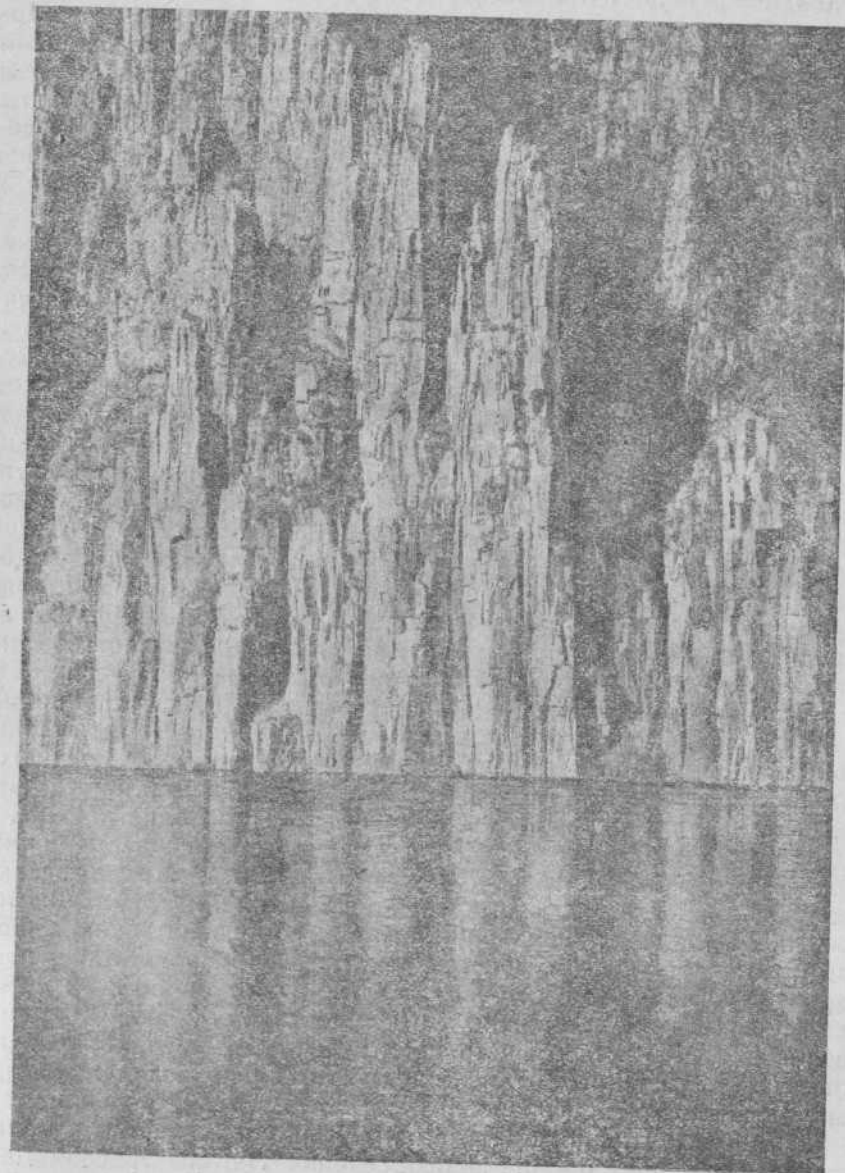
Считаясь с ценностью высотного потенциала воды в бьефе Братской плотины и его большой регулирующей способностью, большие паводки желательно не спускать через плотину, а по возможности принимать в водохранилище.

Максимальный паводок 1932 г., проходивший у Падуна 14—15 июня 32 г., достигал 8130 *кб. м/сек.* Однако, объем его составил всего 1,35 млрд. *кб. м.* Столетний паводок, по Кригеру, может составить до 17.000 *кб. м* в сек. Считая объем наибольшего вероятного паводка в три раза большим объема паводка 1932 г., т.е. около 4 млрд. *кб. м* и, приняв его в бьефе, мы получили бы повышение последнего на 1,33 м. Искажение может дать волна перемещения, т. к. часть этого паводка может поступить с р. Оки, вблизи от плотины, но запас в возвышении гребня плотины остается еще достаточным и, кроме того, момент паводка не совпадает с моментом наполнения водохранилища. Поэтому водоспускные сооружения на полный пик паводка мы считаем возможным не устраивать.

Режим нижнего бьефа характеризуется, как и повсеместно на р. Ангаре, зимним подъемом уровня. Принимая, как выше, в запас надежности расчетов, повышение его в тех же размерах, что и до шлюзования реки, допускаем, что в момент ледостава повышение его будет достигать до 4,0 м, уменьшаясь на протяжении зимы и составляя к ледоходу 2,5 м. При большей продолжительности ледостава (20 сентября—15 апреля) чем в Бархатово, зимний подъем нижнего бьефа, отнесенный ко всему году, эквивалентен уменьшению напора со стороны нижнего бьефа на 1,25 м.

Геологическое освещение района, достаточно широко его охватывающее, дается (Востсиб. Геол. Разв. Упр. работы 1930 г.) в масштабе 1/200 000.

Весь район относится к нижнему силлуру, представленному здесь в нижнем горизонте средне и мелко-зернистыми кварце-



Обнажения траппов в Падунском ущелье

выми песчаниками от белого до бурого оттенков, теми же песчаниками, но более мелкозернистыми с известково-глинистым цементом, лиловых, зеленых и серых тонов, затем, тонко-зернистыми кварцево-глинистыми песчаниками коричнево-красных тонов и, наконец, в верхнем горизонте,— красными сланцевато-известковистыми глинами. Весь этот комплекс прорван многочисленными и мощными интрузиями траппов, вызвавшими перемещения и складчатость песчаниковой толщи и обусловившими контакты с ними всех горизонтов. Эти интрузии, несколько раз пересекающие реку, в каждом пересечении обуславливают пороги и таким образом несомненно, что толща траппов в этих районах уходит под русло реки; с другой стороны, широкое распространение (на десятки кв. км) получили траппы в стороне от реки, на верхних отметках, на 100—200 и более м над рекою. Во многих местах в обнажениях отчетливо видно поднятие песчаников трапповым массивом, но в одном обнажении отмечено и обратное взаимоотношение. У горы Кабарол, в 5 км ниже Падунского ущелья, отчет описывает выход песчаников из под траппов. Внизу крутого склона горы выступают коренные обнажения (идя снизу вверх) буроватого глинистого песчаника, мощностью 0,5 м, белого рыхлого кварцевого песчаника с крупными зернами, мощностью до 3 м и выше—желтоватого мелкозернистого кварцевого песчаника, мощностью до 12 м. Выше песчаник закрыт осыпью, а через несколько метров появляется трапп, мощностью 105 м, достигающий вершины склона. Вдоль берега это обнажение имеет около 1 км длины, постепенно, от середины к краям, уменьшается в мощности, и исчезает совсем, заменяясь и с той и с другой стороны траппами.¹

По правому берегу реки, где после Падунского ущелья траппы вскоре уступают место песчаникам, в том же, примерно, районе, в песчаниках прослежена антиклиналь, с осью диагонально пересекающей реку, с юго-западным склоном, падающим под углом 25°, и северо-восточным—несколько более крутым.

Оценивая характер залегания траппового массива в районе ниже Падунского ущелья, приходится заметить, что не исключена возможность, что в этом районе мы имеем крайлаколитового покрова, почти вся толща которого прорезана рекою. Створ плотины, выбранный в Падунском ущелье, располагается, примерно, в центре этой интрузии, в расстоянии около 2—3 км от ее края. Почти несомненно, что мощность траппов в створе плотины может быть принята практически бесконечной, однако, пока данных бурения мы не имеем, место плотины приходится считать выбранным условно.

В общей компоновке Братского узла сооружений не малое значение получает проблема пересечения Ангары трассой Ленской железной дороги.

Эта дорога, рассматриваемая нами как головной участок Северной Сибирской магистрали, долженствующей дать кратчайшее соединение одного из портов Тихоокеанского побережья с центральными районами СССР, будет построена раньше Братской плотины. Ее сооружение совершенно необходимо, чтобы иметь возможность приступить к строительству плотины. Некоторая неясность вопроса о местоположении створа плотины, возникающая из-за отсутствия данных бурения в районе, могла бы осложнить задачу, если бы благоприятные формы рельефа не давали возможности найти заведомо взаимно непротиворечащие решения.

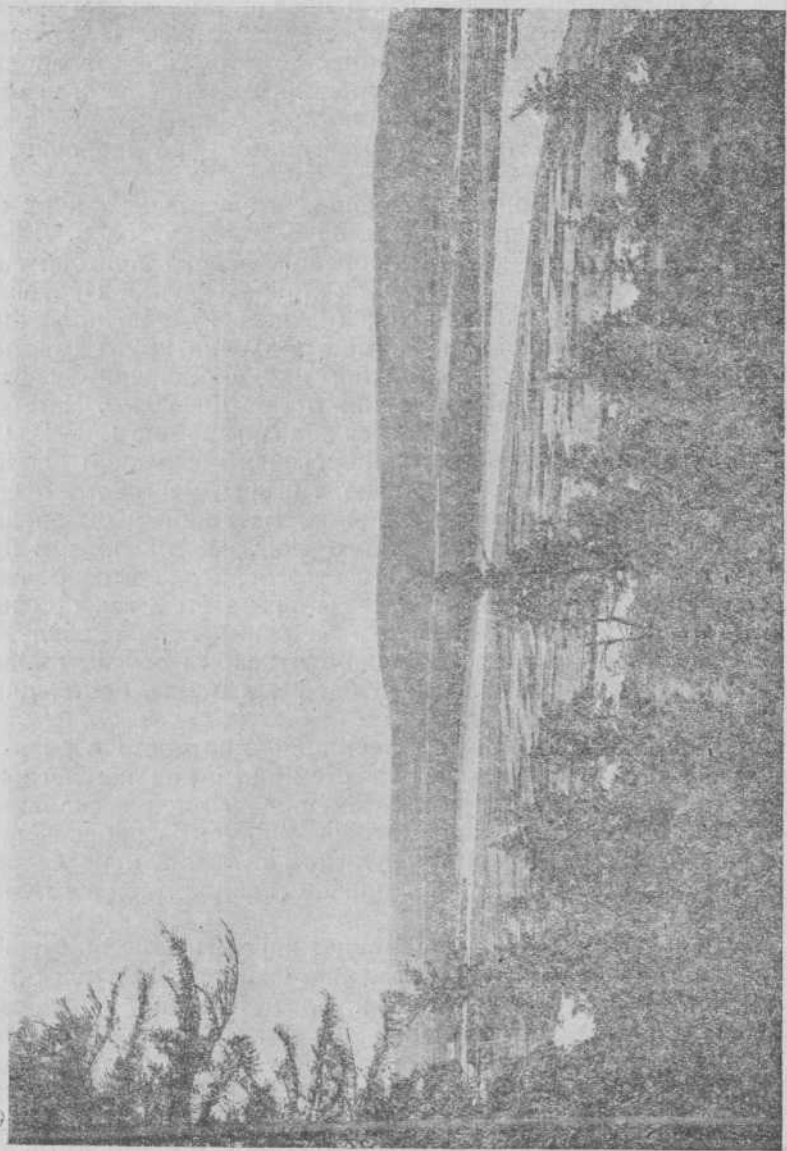
Трасса железной дороги, имеющая генеральный курс от ст. Тайшет Восточносибирской ж. д. на с. Усть-Кут на р. Лене, подходит к району долиной р. Вихоревой, левого притока Ангары, впадающего в Ангару на 75 км ниже Падуна. Протекая сначала по широтному направлению (на восток) и на половине своей длины близко подойдя к Ангаре, эта река круто отворачивает на север, и на всем этом нижнем меридиональном участке течет параллельно Ангаре в расстоянии от нее 10—20 км. Ангаро-Вихоревский водораздел возвышается над Ангарой на 150—200 м и этот водораздел должен быть пересечен железной дорогой. Спуск к современному уровню Ангары, не говоря о его сложности, благодаря крутизне склонов, потребовал бы значительного развития линии и обратного подъема на правом берегу реки, а длина собственно мостового перехода в озеровидном расширении долины составила бы при этом 3 км, при необходимости двух мостов (через рукава реки). Если воспользоваться Падунским сужением, то можно избежать спуска линии, перейдя реку на отметках верхнего бьефа, в одном месте, длиной около 1 км.

Нами продуманы возможные вариации типа моста в разных комбинациях, с оценкой вероятной стоимости для каждого из типов, и на основе этих проработок полевыми изысканиями НКПС летом 1932 г. были просмотрены варианты пересечения Ангары на высоких отметках в Падунском сужении и на современном уровне у д. Антоновой, причем предпочтение отдано первому.

В этом случае ж. д. линия перейдет через Ангару примерно в 300 м ниже по течению створа, намеченного под плотину, но на уровне выше верхнего бьефа плотины (мост получится на высоких опорах). Это решение не помешает в крайности, если бы понадобилось, перенести плотину ниже по течению и будет вполне благоприятно для совместной работы моста и гидротехнических сооружений. В то же время оно весьма благоприятно для постройки, ценно для будущего города и выгодно также и для упомянутого, близлежащего Красноярковского железорудного месторождения.

В пределах Падунского сужения, имеющего общую длину 4 км, траппы левого берега реки расчленены на три отдельных массива крутыми падями Пурсей и Турока. Правый берег

¹ См. Ф. М. Гаврилов. Геологический очерк центра части Братского района В. Сиб. края (отчет о работе 1930 г.) рукопись.



Река Ангара у д. Антоновой (2-ой вариант мостового перехода Ленской ж. д.)

однообразно высок и глубоких членений не имеет. Место для створа предварительно намечено в низовом из массивов участка. Ширина реки по урезу составляет здесь 813 м. Бровки каньона имеют отметки около 375 м и ширина его по верху составляет 950 м; левый берег поднимается довольно круто, на правом берегу, после поднятия берега до отм. 375, начинается депрессия, причем наинизшая ее отметка составляет 367 м, после чего берег круто поднимается. В связи с этим общее расстояние между горизонталями 387 на правом и левом берегах реки, составит 3100 м, из коих собственно каньон—1030 м.

Использование среднего (за 4 года с наблюдениями) расхода 2635 *кб. м* в сек, при среднем рабочем напоре установки 90,50—0,96—1,25—88,3 м, определяет первичную мощность станции:

$$12 \times 2635 \times 88,3 = 2,792 \text{ тыс. лош. сил или } 0,714 \times 2,792 = \\ = 1,993 \text{ тыс. квт.}$$

Потребную установленную мощность считаем большей на 25%, т. е. $1,25 \times 1,993 = 2,490$ тыс. *квт.*

Принимаем установленную мощность в 2.500 тыс. *квт.*, разбивая ее на 19 агрегатов по 184 тыс. л. с. или 132 тыс. *квт.* расход через турбину составит при этом 174 *кб. м* в сек., коэффициент быстроходности—170, число оборотов—107,1 в минуту, диаметр рабочего колеса—4,98 м. Длина станции м. б. принята 430 м. Разрез ее показан на черт. № 24.

Столь мощные агрегаты ни на одной гидростанции мира пока не поставлены, т. к. аналогов Братская установка не имеет, но размеры их, ровно как и основные характеристики, не представляют собою чего-либо выделяющегося и их можно считать вполне осуществимыми.

Компановка узла Братской установки по местным условиям довольно сложна. Пользуясь резким расширением реки вправо, непосредственно по выходе из Падунского ущелья, можно было бы для станции не занимать часть каньона, упростив тем работы по застройке. При этом оказалась бы необходимой система напорных труб, проложенная по крутому склону, или тоннелей в нем, для подвода воды к агрегатам. Но это усложнило бы трассирование железной дороги, пересекающей реку сразу ниже плотины.

Поэтому, оставляя разработку схемы узла на дальнейшее, для гипотезы принято положение станции в пределах каньона в одну линию с плотинной. На правом берегу реки плотина, уже небольшой высоты—до 15 м—продолжается по криволинейному очертанию, приспособляясь к трассе железнодорожного пути. На левом берегу реки положена двойная шлюзовая лестница (см. черт. №№ 21—23).

Так как ширина каньона на уровне нижнего бьефа составляет 800 м, то оказалось необходимым просмотреть вопрос об условиях пропуска паводковых вод в процессе постройки. При этом выяснилось, что пропуск полой ангарской воды через гре-

бенку строящейся плотины возможен без особых трудностей при длине гребенки 450 м. Расчет произведен, исходя из максимального расхода в 5300 куб. м в сек., считаясь с тем, что Братская плотина будет осуществляться после постройки верхних, регулирующих своими бьефами паводками, и для участка Падуна можно считаться с паводками р. Оки, суммированными с нормальным расходом у Бархатова.

Таким образом, длина плотины (450) и станции (430) требуют в сумме ширины 880 м, почему станция врезана на 70 м в берег. Это дает увеличение объема скальных работ на 1,2 млн куб. м и соответственно, — объема бетона, и увеличивает степень надежности подсчетов.

Плотина принята глухой, бетонной, гравитационного типа на всем протяжении каньона.

Для основной части плотины, в русле реки, ширина по гребню взята — 9 м, уклон напорной грани — 0,05 и сухой — 0,80, до глубины 40 м, и же которой наклон сухой грани увеличен до 0,85.

По правому берегу плотина намечена землянкой с бетонным ядром, ширина по верху дана 10 м. Возвышение гребня под нормальным горизонтом — 3 м (см. черт. № 23 и 24).

В русле реки, в створе плотины, мягкие отложения отсутствуют, что установлено при въякоривании плашкоута для измерения расходов воды на гидрометрической станции, работающей там с 1928 г. Якорь попадает непосредственно на плитняк и чрезвычайно трудно на нем задерживается.

В подсчетах кубатуры плотины принято, что основание ее в русле реки закладывается на отм. 380 м, т. е. на 12 м глубже наименьшей отметки дна реки. Для береговой части основание плотины заложено в скалу на 6 м.

Такой запас, казалось бы, излишний при исключительной прочности траппов, принят для надежности подсчетов, в связи с полной неясностью вопроса о степени разрушения траппов потоком.

Наибольшая высота плотины составит 110 м. Для частичного сброса паводка, но главным образом, для возможности понижения уровня бьефа, в случае если бы по каким-то причинам это понадобилось, в теле плотины предусмотрены 10 донных водоспусков с игольчатыми затворами, типа Джансона (диаметр 5 м), общей пропускной способностью 5400 куб. м в сек. Эта форма решения также принята условно, имея ввиду ее дальнейшую проработку. Таким образом, общая предельная пропускная способность Братской установки составит 9000 куб. м в сек.

Общий объем работ характеризуется следующими массами:

- 1) земляные работы 1.700 тыс. куб. м.
- 2) скальные работы 3.400 " " "
- 3) бетонные работы 4.500 " " "

Потребность Братской установки в цементе может составить до 1,3 млн т, что одно подчеркивает грандиозность работ по

ее сооружению. Возможно, что для плотины здесь удастся заменить бетон трапповыми массивами, но над этой идеей надо долго еще работать прежде, чем серьезно это предложить.

Оценка стоимости Братской установки, по принятому нами в гипотезе способу подсчета, даст следующие слагаемые:

1. Основные работы по постройке плотины	127 млн. руб.
2. Основные работы по постройке гидростанции	40 " "
3. Электромеханическое оборудование станции на 2500 тыс. квт	137 " "
4. Основные работы по постройке шлюзов и подходов	34 " "
5. Прочие расходы по основным сооружениям	8 " "
6. Вспомогательные и временные сооружения (перемычки, бетонные заводы, механизация и проч.)	110 " "
7. Разные расходы (водоснабжение, освещение, пожарная и др. охрана и пр.)	18 " "
8. Работы в верхнем бьефе (отчуждение построек в полосе затопления и пр.)	15 " "
9. Административно-хозяйственные расходы	43 " "
10. Особые расходы (посторонних ведомств, консультации и пр.)	35 " "
11. Дополнительные расходы (опытное строительство, техника безопасности и пр.)	5 " "
Итого: 572 млн. руб	

В приведенном итоге общая стоимость судоходных сооружений составит 61.000 тыс. руб.

Удельная стоимость Братской установки, благодаря ее исключительной мощности, получается низкой, а именно 229 руб./квт. при полном покрытии расходов энергией и 205 руб./квт, при самостоятельной окупаемости судоходных сооружений.

Эффективность Братской установки может быть охарактеризована годовой отдачей первичного тока в размере:

$$1.993.000 \times 8.760 = 17,46 \text{ млрд./квч.}$$

Принимая, как выше, стоимость годовой эксплуатации установки в 8,3% от ее итоговой стоимости, получим себестоимость энергии предельно:

$$\frac{4,75 \times 10^9}{17,46 \times 10^9} = 0,27 \text{ коп./квч,}$$

а при самоокупаемости судоходных сооружений:

$$\frac{4,29 \times 10^9}{17,46 \times 10^9} = 0,24 \text{ коп./квч.}$$

5. Шаманская установка

Место расположения Шаманской установки намечено ниже конца т. н. „Шаманских препятствий“ на 3 км, у ручья Брызгунья. Перенесение ее несколько вверх по течению вполне возможно, но не желательно, т. к. при этом Шаманский порог, отличающийся большим падением (12,9 м), будет находиться в хвостовом участке следующего бьефа, и для полного его перекрытия может потребоваться некоторый подпор Шаманской плотины от нижележащей Кежемской, иначе большие скорости этого участка окажутся не амортизированными.

Перенос плотины вниз по течению, повидимому, также возможен, однако, можно опасаться, что вплоть до устья р. Илима выходы траппов мы встретим лишь на берегах, в русле же реки траппов может не оказаться. Детальное изучение геологии района может выдвинуть новые варианты для створа Шаманской плотины, на данном же этапе работы мы останавливаемся на указанном выше створе.

Долина Ангары, на участке между Братской и Шаманской плотинами, представляет чередование уширений с относительно узкими и глубокими каньонами, и большого водохранилища за Шаманской плотинной не получится. Однако, на этом протяжении в Ангару впадает один сколько-нибудь крупный приток, р. Вихорева, так что расход, выравненной выше Братской плотины, в дополнительном выравнивании почти не будет нуждаться. При средней ширине зеркала в 2 км и длине бьефа—250 км, мы будем располагать площадью 500 км, что с избытком покрывает потребности регулирования при ничтожном колебании бьефа. Затопления от плотины Шаманской установки не вяжутся сколько-нибудь значительными, однако, они коснутся всех селений на участке между Падунским и Шаманским порогами, в большинстве разместившихся на островах.

Средний многолетний расход Братской установки мы считаем возможным увеличить для Шаманской на 65 кб. м в сек., что отвечает норме стока с дополнительной площади бассейна 4,0 л. с кв. км в сек. Для Шаманской установки мы располагаем циклом длительных водомерных наблюдений и наблюдениями за расходами воды на Закурдаевском створе, однако, за неполной обстановкой последних, их не приводим.

Использован станцией здесь может быть полностью средний многолетний расход реки, выравненный водохранилищем Братской установки и дополнительно отрегулированный своим водохранилищем. За расчетный расход станции здесь можно принять 2700 кб. м в сек.

Условия пропуска максимального паводка у Шаманской плотины несколько лучше, чем у Братской, благодаря возможности манипулирования дополнительным водохранилищем для принятия паводков.

Геологической съемкой района мы в настоящее время не располагаем, имеется лишь маршрутное освещение речной до-

лины¹. По этим данным, в Шаманском пороге почти вся интрузия траппов лежит ниже уровня воды и река только начала размывать ее кровлю. К месту выбранного нами створа (на 3 км ниже конца порога) интрузия начинает подниматься, однако, толща ее несомненно достаточна для основания высокой плотины.

При нормальной отметке верхнего бьефа—295 м, с очень незначительными его колебаниями, и отметке нижнего бьефа—228 м, отвечающей пропуску среднего годового расхода, нормальный напор станции составит 67 м. Считаясь, как во всех вышерасположенных установках, с зимним подъемом уровня в нижнем бьефе, средневзвешенный рабочий напор принимаем уменьшенным на 1,20 м, т. е. 65,80 м.

Первичная мощность Шаманской станции в таком случае составит:

$$2700 \times 65,8 \times 12 = 2.135 \text{ тыс. л. с.}$$

$$\text{или } 2.135.000 \times 0,714 = 1.525 \text{ тыс. квт.}$$

Необходимая установленная мощность получится:

$$1,25 \times 1.525.000 = 1.910.000 \text{ квт.}$$

Принимаем установленную мощность Шаманской гидростанции в 2.000.000 квт или 2,8 млн. лошадиных сил, распределяя ее на 19 агрегатов по 105 тыс. квт или 147 тыс. л. с. каждый. Характеристики турбин будут следующими: коэффициент быстроходности—220, число оборотов в минуту—107,1, диаметр рабочего колеса—4,62 м. Расстояние между агрегатами можно принять 21,5 м и общую длину станции—430 м. Станция ляжет в одну линию с плотинной, т. к. длина вододержательного фронта вполне достаточна, составляя на уровне подпора 100 м (черт. № 25).

Плотина, по типу, аналогична Братской, глухая, с гребнем на 3 м выше подпорного уровня, шириною 8 м. Заглубление плотины принято 6 м в наносы и 6 м в траппы, наибольшая высота ее, в связи с этим, взята 88 м.

На случай пропуска избыточного расхода, а главным образом для возможности спуска бьефа, в теле плотины заложены 18 погруженных водоспусков с затворами типа Джонсона, общей пропускной способностью 5400 кб. м в сек.

Общая максимальная водопропускная способность сооруженный таким образом составит 9000 кб. м в сек. Шлюзные устройства представлены двойной пятикамерной лестницей, положенной на правом берегу. Размеры камеры—120 на 18 м, падение каждой—13,4 м.

Общий объем работ составит:

- 1) земляные — 1.100 тыс. кб. м.
- 2) скальные — 1.700 „ „ „
- 3) бетонные — 5.300 „ „ „

¹ С. В. Обручев. Тунгусский бассейн 1932 г.

Стоимость Шаманской установки определяется следующими цифрами:

1. Основные работы по постройке плотины 151 млн. руб.
2. Основные работы по постройке гидростанции . 27 " "
3. Электромеханическое оборудование станции на 2000.000 тыс. квт. 115 " "
4. Основные работы по постройке шлюзов и подходов 31 " "
5. Прочие расходы по основным сооружениям 8 " "
6. Вспомогательные и временные сооружения (перемычки, механизация и проч.) 116 " "
7. Разные расходы (водоснабжение, освещение, пожарная и др. охрана и пр.) 19 " "
8. Работы в верхнем бьефе (отчуждение построек в полосе затопления) 5 " "
9. Административно-хозяйственные расходы 42 " "
10. Особые расходы (посторонних ведомств, консультации и пр.) 34 " "
11. Дополнительные расходы (опытное строительство, техника безопасности и пр.) 5 млн. руб.

Итого 556 млн. руб.

Общая стоимость судоходных сооружений составит 55.000 тыс. руб.

Удельная стоимость Шаманской установки получится 278 руб./квт., при отнесении всех расходов на энергию, и 250 руб./квт., при самостоятельной окупаемости судоходных сооружений.

Эффективность Шаманской установки выразится годовой отдачей первичного тока в размере:

$$1.525.000 \times 8760 = 13,36 \text{ млрд./квч.}$$

Принимая, как и во всех наших подсчетах, размер годовых расходов по эксплуатации станции в 8,3% от итоговой стоимости, получим необходимую ежегодную сумму в 46.100 тыс. руб., а себестоимость тока в

$$\frac{4,61 \times 10^6}{13,36 \times 10^6} = 0,34 \text{ коп./квч.}$$

При самоокупаемости судоходных сооружений себестоимость тока снизится до 0,31 коп./квч.

6. Кежемская установка

Место для следующей установки на р. Ангаре намечено в 20 км ниже с. Кежма, у т. н. Игренькиной шиверы. Районный центр, с. Кежма, расположен в низовом конце довольно длинного (150 км) расширения ангарской долины, в пределах которого берега сложены осадочными породами т. н. Тунгусской

свиты, и траппы лишь изредка появляются в береговых обнажениях. В 5 км ниже с. Кежма начинаются мощные выходы траппов на обоих берегах реки, имеющие общее протяжение около 30 км. В пределах этого участка, у горы Игренькиной и намечено место для Кежемской плотины (см. черт. № 26).

Отметка верхнего бьефа этой плотины, для достижения ее подпора до Шаманской, намечена 326 м, оставляя, таким образом, около 2 м на хвостовой участок подпорной кривой. Береговые возвышенности в месте створа далеко превышают эту отметку, однако, затопление от Кежемской плотины будет довольно большим. Не имея пока данных съемки бьефа, на протяжении которого в 1932 г. проведена лишь продольная нивелировка, исходя из длины бьефа 325 км и предварительной оценки средней ширины его на уровне подпора в 2,5 км, остановимся на площади его зеркала в 800 кв. км. Вполне возможно, что последующая съемка увеличит эту площадь.

Затопление коснется как с. Кежма, так и всех выше расположенных деревень и сел вплоть до устья р. Илима.

Площадь собственного водосбора Кежемской установки составляет около 75 тыс. кв. км, из них 28 тыс. кв. км приходится на бассейн р. Илима. Никаких измерений расходов для этого района пока не производилось. Имеются данные лишь по р. Илиму, по которым норму стока можно осторожно принять в 3,5 литра в сек. с кв. км. Обобщая эту норму на всю водосборную площадь Кежемского бьефа, принимаем средний многолетний расход у створа плотины в 2950 куб. м в сек.

Т. к. регулирующая способность бьефа, при площади его зеркала не менее 800 кв. км, несомненно достаточна для выравнивания расхода, то используемый станцией расход можно принять тот же.

Катастрофический паводок для района Кежмы, благодаря большому бьефу и выравненному расходу самой Ангары, не представит опасности.

Геология района, как указано, характеризуется мощной трапповой интрузией, захватывающей оба берега Ангары на всю высоту. Сколько-нибудь подробных геологических работ в районе не производилось.

При отметке нижнего бьефа в месте выбранного створа— 169 м, нормальный напор установки составит 57 м. За отсутствием данных, подсчеты регулирования произвести нельзя, по аналогии с другими бьефами примем за счет регулирования среднее понижение уровня верхнего бьефа на 2 м, относя его ко всему году. Зимнее повышение нижнего бьефа, относя его на весь год, оцениваем здесь в 1 м в связи с тем, что это явление к устью Ангары заметно снижается. Таким образом средневзвешенный напор принимаем 57,0—2,0—1,0=54 м.

Первичная мощность Кежемской станции составит

$$2950 \times 54 \times 12 = 1912 \text{ тыс. л с,}$$

$$\text{или } 0,714 \times 1912 = 1365 \text{ тыс. квт.}$$

Установленная мощность должна быть принята $1,25 \times 1365 = 1705$ тыс. *квт*. Принимаем ее в 1700 тыс. *квт*, устанавливая 16 агрегатов по 106 тыс. *квт* каждый. Общая длина станции может быть взята 420 м. Размещая станцию в одну линию с плотиной, имеем в выбранном створе общую длину вододержательного фронта 2400 м.

Тип плотины взят аналогичным Братской и Шаманской, но на части длины плотины устраиваем водослив, перекрытый щитами Стоinea, общей пропускной способностью 8000 *кб. м/сек*, считаясь с тем, что высота перелива не представится здесь чрезмерно большой.

Шлюзная лестница из двух ниток шлюзов размещена у левого берега.

Общий объем работ определяется следующим порядком величин.

- 1) Земляные 1.300 тыс. *кб. м.*
- 2) Скальные 2.300 " " "
- 3) Бетонные 5.500 " " "

Общая стоимость установки составит 555 млн. руб., в том числе судоходные сооружения оценены в 54 млн. руб.

Удельная стоимость установки таким образом характеризуется цифрами 326 руб. *квт* при отнесении всех расходов на энергию и 295 руб. *квт* при самокупаемости судоходства.

Годовая отдача Кежемской установки составит $1.365.000 \times 8760 = 11,96$ млрд. *квч*, что определяет себестоимость тока в

$$\frac{4,61 \times 10^9}{11,96 \times 10^9} = 0,38 \text{ коп. в квч предельно}$$

$$\text{и в } \frac{4,16 \times 10^9}{11,96 \times 10^9} = 0,35 \text{ коп./квч}$$

при самокупаемости судоходства, если принимать те же, что и ранее 8,3%, полной стоимости установки как сумму, определяющую размер годовых расходов, связанных с ее эксплуатацией.

7. Богучанская установка

Самая нижняя из намеченных на Ангаре установок, Богучанская, располагается в 340 км от устья реки. Остальное падение Ангары намечается использовать у плотины на р. Енисее, ниже слияния его с Ангарой.

В выбранном для расположения плотины районе, по данным геологического маршрута С. В. Обручева, Ангара последний раз пересекает интрузии траппов, даже выходя в область распространения кембрийских и докембрийских пород, в которых на значительном протяжении вдоль по реке отмечены большие дислокации и продольные сбросы.

У „Косой шиверы“ интрузия имеет громадную мощность до 120 м, несколько западнее — интрузия расщепляется на две,

верхняя из которых, мощностью 40 м, образует Овсянкину шиверу (на 12 км ниже Косой шиверы), нижняя, 18-ти метровая — „Каверзин бык“, — в 2 км дальше. Больше в русле реки, по С. В. Обручеву, траппы не появляются.

Выше было указано, что вероятно нахождение траппов в русле и ниже, в 40 км, в районе Ярковской шиверы. По Обручеву в том районе траппы находятся лишь на высотах.

Считаясь с преимуществами, которые имеют траппы по сравнению с кембрием, в который мы вышли бы, идя с выбором места плотины вниз по течению реки, останавливаемся сейчас на районе Косой шиверы (см. черт. № 27).

Отметка нижнего бьефа здесь составляет 123 м. Принимая нормальную отметку верхнего бьефа 167 м, мы располагаем нормальным напором Богучанской плотины в 44 м.

Длина бьефа составляет 280 км. Все протяжение реки имеет инструментальную съемку Енречфлота, незахватывающую, однако, берегового рельефа, и освещающую лишь ложе реки. Считаясь со средней шириной реки и зарисовками нашей экспедиции 1932 г., оцениваем площадь зеркала водохранилища Богучанской плотины в 1100 *кв. км*.

Дополнительная площадь водосбора для этого бьефа составляет 67 тыс. *кв. км*. Исходя из нормы стока в 4 литра с *кв. км* в сек, получим приращение среднего многолетнего расхода в 270 *кб. м* в сек. и средний многолетний расход у Косой шиверы 3220 *кб. м* в сек. Гидрометрические наблюдения в низовьях Ангары велись в 1917 г. у д. Рыбной (на 240 км ниже по течению), где замерено лишь 7 летних и один зимний расход, на основе которых законченных выводов сделать нельзя.

Катастрофический паводок, в связи с большой емкостью водохранилища, не представит, повидимому, больших затруднений, однако, в связи с неясностью вопроса, предвидим необходимость некоторого сброса через плотину и принимаем используемый Богучанской установкой расход 2100 *кб. м* в сек.

Годовой ход уровня бьефа, при неясности вопроса о режиме расходов реки определить трудно. Принимаем условно снижение среднего рабочего напора против нормального за счет сработки водохранилища в 1,5 м. За счет зимнего повышения уровня нижнего бьефа уменьшение рабочего напора оцениваем в 1,0 м распространяя на весь год. В таком случае средний рабочий напор установки считаем:

$$44,0 - 1,5 - 1,0 = 41,5 \text{ м.}$$

Первичная мощность Богучанской станции составит.

$$3000 \times 41,5 \times 12 = 1540 \text{ тыс. л. с.}$$

$$\text{или } 1100 \text{ тыс. квт.}$$

Установленная мощность должна быть не менее $1,25 \times 1100 = 1375$ тыс. *квт*. Принимаем ее 1400 тыс. *квт* составленной

18 агрегатами по 77,5 тыс. квт каждый. Общая длина станции выразится 450 м.

Тип плотины принимаем аналогичным с выше расположенной Кежемской, с водосливом общей пропускной способностью 10.000 кв. м в сек.

Шлюзная лестница может разместиться у левого берега. Для Богучанской установки в связи с меньшим, чем для других перепадом, считаем возможным ограничиться одной линией шлюзов. Общий объем работ определяется следующими данными:

- 1) земляные . . . 600 тыс. кв. м.
- 2) скальные . . . 1.200 " " "
- 3) бетонные . . . 3.000 " " "
- 4) металлич. . . . 17.800 тонн

Общая стоимость установки подсчитана в 358 млн. руб., в том числе судоходные сооружения занимают 22 млн. руб.

Удельная стоимость установки выразится в 256 руб. квт, при отнесении всех затрат на энергию, и в 240 руб. квт при самостоятельной окупаемости судоходства.

Годовая отдача Богучанской установки оценивается в $1100 \times 5760 = 9,64$ млрд. квч, что даст себестоимость тока в

$$\frac{2,97 \times 10^9}{9,64 \times 10^9} = 0,31 \text{ коп./квч предельно}$$

$$\text{и в } \frac{2,79 \times 10^9}{9,64 \times 10^9} = 0,29 \text{ коп./квч}$$

при самостоятельной окупаемости судоходства при вышеуказанном способе оценки суммы годовых расходов на эксплуатацию установки.

8. Возможное использование притоков р. Ангары

Выше уже упоминалось, что предварительными исследованиями охвачены были, кроме самой Ангары, и наиболее интересные в энергетическом отношении ее притоки — р. Селенга, питающая Байкал, рр. Иркут, Китой, Белая, Ока и, частично, Уда-Тасеева. Из их числа по р. Белой, за незаконченностью обработки, мы пока не располагаем материалом для проектных соображений, по остальным лишь даются предварительные кадастровые схемы, позволяющие сделать энергетическую оценку этих рек в порядке реального кадастра их мощности, при предположении создания на них крупных гидроэлектрических станций.

Из более или менее крупных артерий остаются пока неисследованными притоки самой Ангары, реки Илим, Ия, Чикой, Темник, Джидя и крупные притоки Байкала — реки Верхняя Ангара и Баргузин. Энергетический интерес могут представить

некоторые из притоков Селенга и Верхняя Ангара с Баргузином. Остальные вряд ли имеет необходимость подвергать специальными в этом отношении обследованиями в настоящее время, т.к. они заведомо должны быть отнесены к источникам энергии местного значения.

Река Селенга. Рассматривая долину р. Селенги в пределах от границы Монгольской Народной Республики до ее впадения в Байкал, можно выделить три района, в которых мыслима постановка водоподъемных плотин для сосредоточения напора: это — участок между 130 и 150 км от устья, где Селенга пересекает Хамар-Дабанский хребет (район моста Забайкальской ж.д.), затем участок 190 км у улуса Шалутай и участок между 238 и 240 км непосредственно ниже устья р. Хилок. Выше по течению также имеются сужения долины Селенги, но поскольку расход реки там значительно меньше, а долина реки довольно широка, выгоднее остановиться на районе ниже устья р. Хилок, где как топография, так, повидимому, и геология позволяют концентрацию большого напора, распространяющегося выше Монгольской границы. Ниже 130 км, вплоть до Байкала, берега реки становятся низкими и сосредоточить сколько-нибудь значительные подпоры там нельзя.

Преследуя цель максимального использования падения р. Селенги, можно было бы выдвинуть двухступенную схему ее планирования.

Плотина, располагаемая в районе перехода через р. Селенгу моста Забайкальской железной дороги, при напоре 36 м, вполне допустимом по условиям топографии места, дала бы свой подпор до района устья р. Хилок. Вторая плотина с высоким напором может распространить подпор вплоть до Монголии.

Подпор нижней плотины вызвал бы в этом случае затопление линии Забайкальской железной дороги, а также всей низменной части г. Улан-Удэ. Геологическая структура района, повидимому, в общем благоприятна для плотины намеченного напора, но вероятен очень глубокий размыв речного ложа, судя по тому, что кессоны железнодорожного моста, опущенные на 16 м, остановлены в песке средней крупности и до коренного ложа реки не дошли.

Вследствие неравномерности расхода р. Селенги и на значительной площади бьефа, создающегося за этой плотинной в условиях изолированной работы, эта установка будет иметь небольшую мощность и самостоятельного значения поэтому не имеют, тем более, что ее сооружение связано с затоплением столицы Бурят-Монгольской АССР — г. Улан-Удэ и переустройством железной дороги.

В районе устья р. Хилок выше д. Кибалино, геологические топографические условия допускают постройку плотины до 100 м высоты (см. чертеж № 28). За этой плотинной может быть создано водохранилище общей площадью в 3000 кв. км, т.к. подпор распространится не только вверх по р. Селенге на 203 км, т.е. на 20 км за границу Монголии, но также длинными языками по

р. Хилку—на 140 км, по р. Чикою—на 150 км, по р. Джиде—на 90 км и по р. Темнику—на 40 км. Располагая при сработке этого водохранилища на 7 м, сливной призмой объемом 17 млрд. куб. м возможно, по видимому, зарегулировать расход 1000 куб. м. на круглый год. Средний за год напор, учитывая сработку водохранилища, составит 97 м и, таким образом, первичная мощность Хилокской установки может достичь:

$$12 \times 1000 \times 97 = 1.164.000 \text{ л с.}$$

$$\text{или } 0,714 \times 1.164.000 = 831.000 \text{ квт.}$$

Установленная мощность станции должна быть, таким образом, не меньше, чем $1,25 \times 831.000 = 1.040.000 \text{ квт.}$

Режим р. Селенги освещен еще далеко недостаточно и приведенный расчет надо считать ориентировочным. Не изучена и геологическая картина района. Берега в районе створа сложены молодыми розовыми гранитами, но строение речного ложа и степень эрозии совершенно не выяснены. Топография района створа освещена достаточно. Поэтому, приводя ниже предварительные технические характеристики намечаемой в районе устья Хилка установки, подчеркиваем их ориентировочное значение.

Принимаем мощность Хилокской установки в 1.100.000 квт, устанавливая 11 агрегатов по 140 тыс. л с каждый, что даст длину станции 280 м. Станцию можно расположить на правом берегу несколько под углом к плотине, для которой должен быть взят тот же тип, что и для Братской плотины на р. Ангаре. Водослива на плотине не предусмотрено, взамен предусматриваются погруженные водоспуски с игольчатыми затворами на общую пропускную способность 5000 куб. м в сек., считаясь, главным образом, с обеспечением возможности частичного спуска бьефа.

Судопропускные устройства составлены одной линией шлюзов, считаясь с малым вероятием на р. Селенге грузооборота такого размера, который потребовал бы двойной линии шлюзов.

В подсчетах количества работ допущено, что в речном ложе средняя толща песка и гальки составляет 6 м и что слой разрушенного гранита, подлежащего съему, также составляет 6 м.

Объем количества работ суммарно определяется следующими цифрами:

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1) земляных | 1,100 тыс. куб. м. |
| 2) скальных | 3,000 " " " |
| 3) бетонных | 5,300 " " " |
| 4) металл | 16,400 тыс. т. |

Общая стоимость установки, определена в 506 млн. руб., в том числе судоходные сооружения занимают 42 млн. руб. Удельная

стоимость станции—460 руб. квт. Годовая отдача энергии может составить:

$$831.000 \times 876,0 = 7,30 \text{ млрд. квч,}$$

что определяет вероятный порядок себестоимости тока при тех же, что выше, методах ее подсчета в

$$\frac{4200 \times 10^9}{7300 \times 10^9} = 0,58 \text{ коп./квч.}$$

Таким образом, как по размерам отдачи, так и по себестоимости тока Хилокская гидроустановка на р. Селенге приближается к Ангарским.

После ее сооружения значительно больший интерес может приобрести использование энергии падения нижележащего участка реки.

На плотине в районе ж. д. моста, в случае использования зарегулированного расхода реки при напоре 36 м, можно получить обеспеченную мощность 310 тыс. квт с годовой отдачей 2,70 млрд. квч.

Избегая затопления г. Улан-Удэ можно, воспользовавшись районом улуса Шалутай, разделить напор 36 м на две плотины, получив, таким образом, трехступенную схему использования.

Для оценки вероятной себестоимости тока нижних установок исходными данными мы не располагаем. Однако, считаясь с зарегулированностью среднего годового расхода реки, есть основания полагать, что его себестоимость будет во всяком случае не выше 1 коп./квч.

Таким образом, на р. Селенге, в пределах СССР, возможно развить использование водной энергии на двух-трех установках, суммарной обеспеченной мощностью порядка 1140 тыс. квт с годовой отдачей до 10 млрд. квч, причем среднюю себестоимость для всего этого тока можно ожидать порядка 0,7 коп. за квч. Проблема водного транспорта по р. Селенге не решается полностью рассматриваемой схемой ее шлюзования, т. к. нижние 130—140 км с общим падением 29 м останутся нешлюзованными. Регулирование расхода реки, а главным образом, ликвидация перемещения земляных масс вдоль по реке в связи с созданием на реке плотин, несомненно, явятся важными положительными факторами в улучшении судоходных условий, но создание однородных транзитных глубин по реке достигнуто этим не будет.

Большие затопления в бассейне р. Селенги требуют к себе вдумчивого подхода. Долиной Селенги должна будет пройти железнодорожная линия в Монголию, по трассам Улан-Удэ, Кяхта и Мысовая—Кяхта, имеющая уже несколько вариантов полевых изысканий, проведенных еще в дореволюционный период. При создании большого подпора в верхнем отрезке советского участка р. Селенги, трасса линий потребует пересмотра и примыкание

ее к железнодорожной сети по видимому придется сместить несколько восточнее. Кроме того, большие затопления луговой и пахотной земли как по р. Селенге, так и по ее притокам в интенсивно населенном и живущем исключительно сельским хозяйством районе также требует предварительного изучения вопроса о форме реконструкции хозяйственного уклада района.

Таким образом, вопрос о схеме использования р. Селенги не может пока считаться сколько-нибудь решенным предложенными выше наметками, и последние мы рассматриваем пока как кадастр возможной к реальному извлечению мощности советской части Селенги, придерживаясь которого надо вести дальнейшую исследовательскую работу.

Река Иркут. Довольно высокая удельная мощность верхнего течения р. Иркут трудно поддается реализации, вследствие малой водоносности реки в верховьях, желательности избегать деривационных схем для использования сколько-нибудь значительного расхода воды и больших кубатур плотин, нужных для создания в горном участке верхнего Иркута значительных водохранилищ.

В конце верхнего участка, в районе с. Монды, можно предвидеть возможность создания резкого увеличения расхода Иркута, которое позволяет отнестись с интересом к этому участку реки.

К юго-западу от с. Монды, в расстоянии по воздушной линии 27 км, на высоте около 325 м над Иркутом, в пределах Монгольской Народной Республики, лежит горное озеро, Косогол, относящееся к системе р. Селенги и дающее начало одному из ее притоков, р. Эге, почти безводному в верхнем течении. Отдавая этой реке весьма незначительную часть своего годового баланса, оз. Косогол—большой водоем, площадью зеркала 2600 кв. км и максимальной глубиной—около 245 м, в основном расходует поступающие в него воды на испарение.

Если бы оказалось возможным длинным 27 км тоннелем дать выход оз. Косоголу в Иркут, то, сработывая озеро и уменьшая этим его потенцию к испарению, можно было бы подойти к созданию нового положения равновесия между поступлением воды в Косогол и стоком из него, значительно увеличив последний, по той же идее, по которой проектируется использование вод оз. Севан в Армении.

В случае, с которым мы встречаемся на оз. Косоголе, благодаря большой глубине озера и крупным его размерам, на отрезок времени, который практически может нас интересовать, можно рассчитывать не столько на использование увеличившегося стока вод озера, которое само собою будет иметь место, сколько на прямое расходование скопленных уже в нем запасов воды. Расходуя ежесекундно 80 куб. м, мы понижали бы этим уровень озера на 1 м в год. Расчитывая на полную амортизацию установки в 75 лет, мы могли бы спустить, таким образом, уровень озера не более, чем на 75 м, что на замкнутом фактически бассейне оз. Косогола, общая площадь которого составляет около 6 тыс. кв. км, вредно не сказалось бы.

Использование же расхода 80 куб. м в сек., дополнительно к стоку Верхнего Иркута в каскаде 5—6 установок, с общим перепадом порядка 800 м, на участке от с. Монды до Зангисана, протяжением около 60 км, дало бы отдачу энергии порядка 5,2 млрд. квч, не говоря о соответственной увеличении отдачи установок на нижнем течении Иркута, а также и на р. Ангаре, через которые этот расход пройдет.

Недостаток материалов полевых наблюдений и непроработанность, вследствие этого, основных технических замыслов по этой интересной идее, не позволяет пока включать ее в состав схемы использования р. Иркута.

Однако, именно эта идея может заставить по-иному отнестись к перспективам использования верхнего участка Иркута.

Нижнее течение Иркута, где река многоводна, а топография и геология не менее благоприятны, чем в центре Саян, привлекало внимание специалистов еще с дореволюционного времени.

На участке „Куркутские повороты“—Зыркузун-Ондрино,—на протяжении 54 км, р. Иркут описывает, S-образный путь, причем длина каждой из горизонтальных полок этого S достигает 15 км, в то время как расстояния мест перегибов между собою не превышают 3—4 км. В том же участке, в районе устья р. Большой Быстрой, Иркут подходит близко к оз. Байкалу (20 км, возвышаясь над ним на 192 м.). Понятно, что район оставал на себе внимание (черт. № 29).

Первые предложения использования Иркута в этом районе были высказаны в 1895 году, во время изысканий Кругобайкальской ж. д., производившихся инж. Локс, когда изучался вариант трассы вдоль по Иркуту, в связи с чем, для использования части речного русла под железную дорогу, выдвигалась идея выпуска Иркута в Байкал по р. Култучной с попутным использованием энергии.

В 1916 году группа иркутских предпринимателей обратилась в б. министерство путей сообщения за разрешением на производство изысканий по использованию энергии р. Иркута в районе Зыркузунской излучины. Изыскания по этой идее были выполнены лишь в 1920—22 гг. уже Сибисполводом и тогда же составлен схематический проект небольшой установки (21 тыс. квт). В 1919 году велись изыскания по использованию энергии р. Иркута у д. Моты (нижний участок) Лено-Байкальским округом Путей сообщения. Идея использования нижнего Иркута упоминалась и в ряде работ по энергетике В. Сибири¹.

Поэтому возможности использования энергии Иркута в нижнем течении разучены нами довольно подробно и в ряде комбинаций.

Основных идей можно предложить две. Первая—использование Иркута в его долине, пользуясь деривацией в излучинах (Ирхонцковский и Зыркузунский тоннели) и создавая высокие плотины в его тесном тальвеге; вторая—сброс Иркута в озеро

¹ Проблемы капитального строительства Восточной Сибири. Ирк., 1926.

Байкал, пользуясь его возвышенным положением над Байкалом, применяя или открытую или тоннельную деривацию.

Проработка вопроса привела нас к выводу о предпочтительности второй идеи. По первой идее проработано 3 варианта размещения сооружений по участку и установлено, что схема использования Нижнего Иркута в целом оказывается по этой идее более дорогой и более трудно осуществимой, чем по идее сброса в Байкал. В пользу первой идеи могут говорить только возможности некоторой рассрочки капиталовложений и сохранение в полном объеме водоносности Иркута в низовом участке, в то время, как при сбросе реки в Байкал нижним Иркутом будут идти только избыточные воды и сток с водосбора собственно нижнего участка.

Не задерживаясь на изложении всех изученных вариантов, описанных в специальной работе, ниже освещаем лишь принятый нами для дальнейшего изучения, как более эффективный, вариант спуска реки в Байкал. При этом отметим, что геологических данных для окончательного решения вопроса пока недостаточно и хотя общее познание геологии района обещает удовлетворительные геологические условия, не исключена возможность, что детальное бурение, поскольку оно еще не выполнено, может заставить вернуться к обсуждению вопроса о других вариантах схемы.

В районе Ильчинского утеса на р. Иркуте ставится плотина с напором 56 м, подпираящая воды Иркута до отм. 702 м. За этой плотиной создается водохранилище, общей емкостью 4,6 млрд. куб. м, т. е. подпор выкинется лишь в пределах довольно широкой Торской котловины. В районе устья рр. Быстрых водохранилище распространится по правобережью Иркута в сторону оз. Байкала, и на водоразделе между склоном Иркута и Байкальским склоном, имеющим наинизшую отметку 695,0 м, потребуется сооружение земляной плотины между Быстринской гривой и Ильчинским утесом, длиной около 1 км и предельной высотой 10 м.

Из создавшегося водохранилища деривационные сооружения должны будут подвести воду правым склоном р. Ильчи и р. Култучной к с. Култук на оз. Байкале, где намечается гидростанция. Деривация рассматривается в двух вариантах—открытая и тоннельная.

Открытая деривация имеет общую длину 19,0 км, причем составлена она деревянным трубопроводом—2,3 км, железным трубопроводом (дюккера при пересечении долин притоков)—1,2 км и открытым каналом—15,5 км. Тоннельная деривация будет иметь длину 13,0 км (см. чертеж № 30).

В конце деривации расположен напорный бассейн и входные отверстия напорного трубопровода станции. Длина последнего—750 м. Длина отводящего канала гидростанции—2,0 км.

Водоохранилище за плотиной позволит зарегулировать расход р. Иркута до размеров 110 куб. м в сек., что отвечает 92% от среднего многолетнего расхода Иркута у р. Быстрой, при



Село Култук на оз. Байкале

работе слоем сливной призмы 11,0 м, и объемом—1,9 млрд. куб. м. Ежегодная сработка водохранилища на 11,0 м заставит заложить на соответственной глубине водозаборные сооружения. Потеря напора на деривации при открытой системе суммарно составит 9,3 м, при тоннельной—12,0 м. Таким образом, отметка напорного бассейна будет 681,7 м. Считаясь с потерей напора в напорном трубопроводе и отводящем канале 4,33 м, и нормальной отметкой подпертого уровня оз. Байкал—457,37 м получим таким образом располагаемый напор установки 220 м. Использование расхода 110 куб. м в сек. даст обеспеченную мощность Култукской гидростанции в $12 \times 110 \times 220 = 290$ тыс. л. с. или $0,714 \times 290 = 207$ тыс. квт.

Мощность принимаем в 300 тыс. квт., устанавливая 3 турбины типа Френсиса мощностью каждая 140 тыс. л. с. с характеристиками—коэф. быстроходности—110, число оборотов в минуту—250, диаметр рабочего колеса—3,05 м.

Вариантное рассмотрение открытой и тоннельной деривации вызвано тем, что в условиях сурового климата района возможность бесперебойной зимней работы длинного и открытого деривационного канала не могла считаться доказанной, в связи с опасениями обильного образования донного льда.

Для выяснения вопроса нами были поставлены специальные работы по наблюдению за интенсивностью теплоотдачи с открытой водной поверхности, позволившие получить ее количественные характеристики применительно к разным метеорологическим условиям. Кроме того, была организована работа по прогнозу стратификации температур в будущем водохранилище, построенная на анализе материала наблюдений за температурой в озерах в подходящих климатических условиях, в связи с тем, что исходная температура воды для количественных расчетов явится почти решающей.

На основе этих работ мы полагаем, что открытая деривация для Култукской гидростанции вполне допустима и что, при скорости течения в канале 2,5—3 м в сек., переохладение воды в нем не может иметь места. Конечно, расчеты эти пока предварительны и нуждаются в дальнейшем уточнении и дополнительных наблюдениях. Но создание достаточно удовлетворительных условий для зимней работы канала, повидимому, вполне возможно.

Поперечные размеры канала приняты для сечений в мягких грунтах: ширина по низу—5,0 м, глубина—4,9 м, ширина по верху—19,7 м, для сечений в скале: ширина по низу—10,0 м, глубина—5,5 м, ширина по верху—11,1 м.

Грунты, встречающиеся на трассе канала, довольно разнообразны. На участке от водораздела до М. Шелонского ключа (3,5 км) канал пройдет в выемке в положении косогоре, сложенном преимущественно песчаными отложениями р. Быстрой. Здесь намечена бетонная одежда канала. Далее на участке до Б. Шелонского ключа на трассе канала встречены пятна перемежающейся вечной мерзлоты на протяжении около 1,5 км.

Здесь намечена деривация деревянным трубопроводом, опоры которого закладываются ниже вечно-мерзлого слоя. За Б. Шелонским ключом канал продолжается по крутому косогору, дно его пройдет в скальном грунте (биотитовые гнейсы) вплоть до пересечения р. Большого Буртуя, который вследствие его большой разветвленности, переходится дюккером, длиной около 1 км, с напором 80 м. Дальше канал сплошь идет в скальных грунтах (гнейсах и кристаллических известняках).

Тоннель (другой вариант деривации) должен будет пройти на главной массе протяжения в известняках докембрия (преимущественно мрамора) и, частично, в гнейсах.

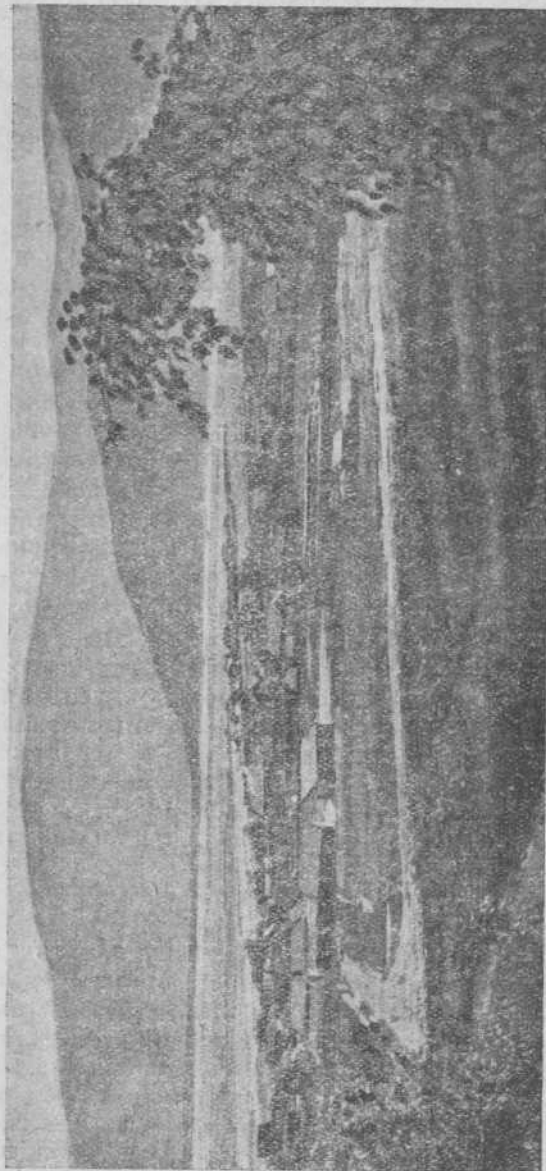
Некоторые опасения может вызывать характер сложения водораздела Иркут—Байкал на участке, где намечается земляная плотина. По предположениям некоторых геологов (Крапоткин, Черский, Львов и др.) Иркут ранее вытекал в Байкал по долине нынешней р. Култучной. При этом предположении трудно объяснить причины, заставившие реку повернуть в горы, пропилив себе узкий и глубокий корридор в обход т. н. Зыркузунского хребта, но как бы то ни было, буровые показывают, что водораздел этот сложен речными отложениями. При этом длина пути фидьтрации получается достаточной, чтобы не опасаться ее развития в больших размерах.

Седло этого водораздела заболочено и в районе Ильчинского озера нашими буровыми работами околонуена линза или с включением прослоек ископаемого льда, залегающая под слоем торфа на глубине 1,2 м от поверхности, мощностью до 7 м.

Специальные наблюдения, поставленные в связи с этим нами в Иркутской долине под руководством комиссии при академии наук по изучению вечной мерзлоты, констатировали активный процесс деградации мерзлоты в бассейне Иркуты. Положение этой линзы позволяет выбрать для основания плотины район без мерзлоты, оставив ее в верхнем бьефе. При этом мы полагаем нужным вытаять здесь лед ранее постройки, чтобы заблаговременно дать усадку грунта. Но во всяком случае этот участок вододержательного фронта потребует тщательного изучения.

Основная плотина может быть расположена в пределах выходов гранито-гнейсов, распространяющихся вдоль по реке на длину 900 м. Эрозия их, повидимому, может оказаться довольно глубокой, т. к. буровая скважина, единственная заложённая в русле реки в этом районе, остановлена в наносах на глубине 15 м, т. к. станок был непригоден для большой глубины бурения. Ниже по течению, другая скважина на глубине 6 м дошла до коренных пород, хотя не исключена возможность, что она попала на валун. В предварительных подсчетах принято заложение плотины на глубину 20 м.

В связи с этим плотина получила максимальную высоту 83 м, при напоре ее—56 м. Длина плотины по гребню—500 м. Тип плотины



Район расположения Култукской гидроустановки

тины—гранитационная, водосливная, со щитами на гребне, причем водослив рассчитан на сброс максимального паводка 4000 куб. м в сек.

Т. к. судоходство по Иркуту возможно будет лишь озерного характера, никаких приспособлений ни для судоходства, ни для сплава не предусматриваем.

Общая стоимость Култукской установки, подсчитанная по приведенным данным о типах сооружений, с предварительной проработкой методики их постройки, оценивается по варианту с открытой деривацией в 135 млн. руб., по варианту с тоннелем—185 млн. руб., что дает удельную стоимость установки в первом случае 400 руб., во втором—567 руб.

Объемы работ для обоих вариантов характеризуются следующими цифрами:

	1 вариант	2 вариант
1) земляные	2.700 тыс. куб. м.	1250 тыс. куб. м.
2) скальные	2.700 " " "	1700 " " "
3) бетонные	625 " " "	850 " " "
4) металл.	10,8 тыс. т.	7,5 тыс. т.

Отдача первичной энергии для Култукской гидроэлектростанции составит:

$$107.000 \times 8700 = 1,81 \text{ млрд. квч.}$$

Себестоимость тока, таким образом, может быть взята:

$$\frac{1,12 \times 10^9}{1,81 \times 10^9} = 0,62 \text{ коп./квч для первого варианта и}$$

$$\frac{1,5 \times 10^9}{1,81 \times 10^9} = 0,85 \text{ коп./квч для второго, тоннельного.}$$

Предлагаемые подсчеты выполнены без учета возможности пополнения расхода Иркута за счет оз. Косогол. В предвидении этого может оказаться целесообразным дать деривацию сразу на полный размер, используя создавшийся запас ее пропускной способности в летние месяцы для выработки сезонного тока. Эта задача пока еще не проработана.

Таким образом, из общей кадастровой мощности р. Иркута, оцененной в 600 тыс. л. с. Култукская гидроэлектростанция даст 50 процентное использование в одной точке, освоение остальных запасов энергии может оказаться интересным в связи с решением проблемы оз. Косогол.

Река Китой. Использование энергии р. Китоя в интересах союзной промышленности представит, пожалуй, наименьший интерес во всем бассейне Ангары в связи с невозможностью создания в нем значительных по размерам регулирующих бассейнов.

Не задаваясь пока, при недостатке гидрологических данных, разработкой схемы по идее ряда мелких следующих одна за

другой станций, несомненно возможных для горной части Китоа, которые представили бы интерес при возникновении в районе потребности в энергии, мы просмотрели потенцию р. Китоа в отношении создания на нем сколько-нибудь крупных гидроустановок, в расчете на экспорт энергии из горной части Китоа в населенные районы.

При этом оказалось возможным создание в устье р. Шумак гидростанции мощностью в 50 тыс. установленных *квт* по следующей схеме: в упомянутых выше, в главе IV „щеках“ Китоа (84 км от истока) на нефритоподобных змеевиках, обладающих чрезвычайной крепостью и гарантирующих от опасности фильтрации, намечается плотина арочного типа высотой 120 м и длиной по гребню—250 м. По правому берегу реки из бьефа этой плотины отводится тоннель длиной до 8 км, с помощью которого создается дополнительный напор в 140 м. Тоннель, проходя на значительной глубине, попадает, повидимому, в нижний отдел кристаллической толщи, характеризующейся развитием гранитов.

В конце тоннеля, в устье правого притока Китоа—р. Шумак—помещена гидростанция.

Напор у станции, таким образом, создается в 250 м. Водохранилище, при работе его слоем в 10 м, позволит зарегулировать на весь год расход 13 *кб. м* в сек. Таким образом, первичная мощность станции составит $12 \times 13 \times 257 = 40.000$ л. с. или 29.000 *квт* с отдачей первичного тока—255 млн. *квч*. В летние месяцы (май—октябрь) возможна сезонная работа дополнительных агрегатов на мощность 21 тыс. *квт*, отдача которых составит еще 100 млн. *квч*, обеспеченных в течение полугода.

Ориентировочная стоимость установки, подсчитанная по объемам работ, взятым с известным запасом, составит около 35 млн. руб.

Исходя в этом случае из суммы годовых расходов по эксплуатации станции в 10% от ее полной стоимости, в связи с меньшей мощностью станции, получаем ориентировочную себестоимость ее первичного тока в 1,3 коп., а при использовании всей ее отдачи—в 1,0 коп. за *квч*.

Эти результаты показывают, что специфического интереса энергия верхнего Китоа представить не может, тем более, что станция ляжет в расстоянии 150 км по воздушной линии от промышленных районов, при чрезвычайно трудной доступности ее местоположения. К использованию его можно будет подходить тогда, когда в долине разовьются местные потребности в энергии, претензии на которую могут быть предъявлены в свое время горной промышленностью.

Намеченная установка на р. Китоа у устья Шумака даст использование его потенциальной возможности лишь в 12%. При мелких единицах возможно более полное его использование.

Река Ока.

Использование энергии реки Оки, на основе материалов, собранных предварительными исследованиями, и полевого осмотра реки специалистами, можно наметить в 5 местах.

Участок реки в верховой части, благодаря малым расходам воды и широкой долине, использовать можно лишь в малых ступенях. Крупные установки можно получить в окинском ущельи и ниже его, где, благодаря порядочному количеству пополняющих расход реки притоков и долине, характеризующейся перемежающимися сужениями и озеровидными расширениями, можно создать значительные водохранилища.

Первая из установок, с напором 90 м, может быть намечена ниже впадения в Оку р. Илей. Мощность станции здесь можно довести до 75.000 *квт*. Ориентировочная стоимость установки 70 млн. руб.

Следующая установка с напором около 50 м может быть намечена ниже впадения в Оку двух крупных притоков—Хойт-Ахи и Урдо-Ахи. Здесь напор может быть доведен до 65 м, мощность можно принять в 50.000 *квт*. Ориентировочная стоимость установки 50 млн. руб.

Третья установка может быть намечена в пределах „щек“, около мыса Ехи-Нога, где возможна концентрация напора до 120 м, при довольно длинной плотине. Мощность этой установки можно довести до 130 тыс. *квт* со стоимостью ее около 200 млн. руб.

Четвертая установка, у ручья Тугултуй,—также с большим напором, 115 м. Мощность установки—130 тыс. *квт*, стоимость—также порядка 200 млн. руб.

Все эти установки попадают в благоприятные геологические условия—на граниты и гранито-гнейсы. Деривационных схем в верхнем течении Оки мы, пока, не рассматривали, т. к. преследовали создание крупных гидростанций, работающих большими расходами воды, для чего нужны большие регулирующие водоемы. В процессе дальнейшей обработки накопленного материала, может быть, удастся несколько улучшить показатели по этому району, т. к. главные слагаемые стоимости составляют стоимость плотин.

Падение нижнего течения р. Оки, ниже города Зимы, в значительной его части (50%) используется на Братской плотине на р. Ангаре, подпор которой распространится вверх по р. Оке на 320 км.

Выше ее подпора может быть намечена установка у д. Завель в расстоянии 50 км на север от железной дороги, мощностью до 40.000 *квт*. Здесь плотине можно дать напор около 27 м. Геологическая обстановка не слишком благоприятна, (песчаники и солитовые известняки), однако, повидимому, удовлетворительна.

Оценку вероятной стоимости ее привести пока не можем.

Таким образом, суммарная мощность установок, намеченных пока на р. Оке, составит 425 тыс. *квт* в пяти точках. Обеспе-

ченная на полный год отдача всех установок составит около 2,7 млрд. *квч*. Ориентировочная себестоимость этой энергии будет порядка 2,0 коп. за *квч*. Возможно, что дальнейшая проектировка улучшит ее, но, конечно, не в несколько раз. Таким образом, энергия р. Оки, как специфически дешевая, расцениваться не может, союзного интереса не представляет и должна рассматриваться как местный источник тока.

Река Уда. Возможности использования р. Уды могут быть, в общих чертах, обрисованы лишь по нижнему течению реки от г. Нижнеудинска до устья. Выше железной дороги мы не располагаем необходимыми данными.

Как топография, так, повидимому, и геология долины р. Уды, позволяют проектировать здесь очень большие плотины, при которых можно было бы сконцентрировать весьма значительные мощности, но при этом на р. Уде создавались бы настолько емкие водохранилища, что сроки их наполнения превысили бы разумные пределы. В связи с этим, использование р. Уды намечается сейчас в 4 ступенях.

Верхняя из ступеней намечена в районе д. Питаевой, на 675 км от устья Тасеевой, ниже первой группы порогов, где река проходит в трапповых берегах.

Напор у плотины намечен 52 м, используемый расход — 165 м³. Площадь затопления составит около 300 кв. км. Полнота установки можно наметить около 75.000 *квт*, с отдачей, обеспеченной в течение года, около 550 млн. *квч*. Ориентировочная стоимость установки 85 млн. руб.

Следующая ступень может быть намечена ниже порога Тюменец, на 500 км от устья. Здесь также выходит трапповая интрузия, очень мощная. При напоре 56 м, установленная мощность может быть доведена до 125.000 *квт*, т. к. регулирующие свойства бьефа вполне допускают значительное выравнивание расхода. Отдача установки оценивается в 850.000 тыс. *квч*, при стоимости сооружения около 70 млн. руб.

Третья ступень намечена ниже с. Петропавловского, в 386 км от устья. Геологические и топографические условия здесь вполне благоприятны для высокой плотины, но по условиям затопления напор здесь ограничен 32 м. Мощность установки принята 80.000 *квт*, отдача ее 550 млн. *квч*, стоимость — около 50 млн. руб.

Нижняя ступень расположена на 1 км ниже слияния р. Уды и Бирюсы, на р. Тасеевой, в 116 км от устья последней, и работает на соединенный расход обеих рек, который с помощью весьма большого водохранилища (1500 *квч км*), создаваемого при напоре у плотины в 67 м, может быть зарегулирован до размера 600 *кб. м* в сек. Подпор этой плотины распространится на 270 км вверх по р. Уде и примерно на ту же длину — по р. Бирюсе.

На этой плотине, установленная мощность может быть доведена до 400.000 *квт*, а обеспеченная отдача составит 2,8 млрд. *квч*.

Благоприятные геологические условия (мощная интрузия траппов) и удовлетворительная топография позволяют оценить предварительно эту установку в 150 млн. руб. и ее энергия оказывается в связи с этим дешевой.

Таким образом, р. Уда и частично р. Бирюса на 4 установках, общей мощностью 680 тыс. *квт*, позволят, повидимому, получить около 4,75 млрд. *квч* энергии, средняя себестоимость которой составит около 0,6 коп. за *квч*. Поэтому, Уда может быть отнесена к источникам дешевого тока, а нижняя из установок — Тасеевская, как наиболее эффективная и приближающаяся по показателям к Ангарским, заслуживает особого внимания.

9. Итоги по рекам Ангарской системы

В изложенном выше материале освещены в общих чертах предположения по использованию водной энергии как р. Ангары, так и наиболее интересных ее притоков, исходя из основной предпосылки создания мощных гидроэлектростанций, могущих явиться массовыми источниками дешевого гидравлического тока.

Гидроэлектростанции на р. Ангаре отвечают этому условию. Все гидроэлектростанции являются исключительно крупными как по мощности, так и по отдаче энергии. Средне-взвешенная себестоимость тока для всей Ангары — 0,36 коп. за *квч*. Наибольшая себестоимость энергии Байкальской установки весьма условна, т. к. именно эта установка обеспечит оптимальную работу каждой из нижележащих и поэтому затраты на ее сооружение в какой-то части будут ориентироваться остальными.

Из притоков Ангары, к разряду источников дешевой энергии могут быть отнесены реки Селенга, Иркут и частично Уда, причем по этим рекам (кроме Иркуты) за недостаточностью исходных материалов для проектирования, данные надо считать чисто кадастровыми, хотя в порядке себестоимости тока вряд ли можно ожидать коренных изменений (см. таблицу на стр. 132).

Реки Китой и Ока, а также, повидимому, и не рассматривавшиеся выше: реки Белая, Ия, Илим, Бирюса и др. более мелкие, массовыми источниками дешевого тока явиться не смогут. При другом подходе к использованию их мощности, выбирая специфически удобные места для использования, и применяясь к местным условиям с выбором мощности станции, вполне вероятно, что на этих реках можно получить более дешевый ток, чем намечалось в наших подсчетах, преследовавших специальные цели. Нельзя не отметить здесь также ряд притоков Байкала, стекающих в него с горных вершин Хамар-Дабанского хребта (Снежная, Мурина, Утулик и др.), частично обследованных в энергетическом отношении Л. О. Энергострой, как возможные источники гидроэнергии местного значения и энергии заведомо недорогой. Такими же могут явиться и другие небольшие речки Восточносибирского края.

Таким образом, преследуя основную цель, выделение массовых источников дешевой энергии в системе р. Ангары, мы

Сводная таблица гидроустановок, намеченных на реках Ангарской системы

Название установки	Расстояние от устья р. Ангары	Установл. мощн. тыс. квт.	Годовая отдача пер-вичн. энерг. млн. квч.	Общая стоим. установок млн. руб.	Стоимость су-доковых соору-жений. млн. руб.	Себестоимость квч энергии	
						Полная	Без су-доходн.
1	2	3	4	5	6	7	8
Река Ангара							
Байкальская	1794	525	8.610	280	28	0,61	0,59
Бархатовская	1611	825	5.260	365	40	0,58	0,51
Братская	1110	250	17.160	372	61	0,27	0,21
Шаманская	942	2000	13.360	550	55	0,31	0,31
Кежемская	619	1700	11.960	555	54	0,38	0,35
Богучанская	339	1100	9.610	358	22	0,31	0,29
Итого по Ангаре	—	8950	61.290	25,86	266	0,36	0,33
Река Селенга							
Хилокская	2300	1100	7.300	506	42	0,58	0,53
Река Иркут							
Култунская	—	300	1.810	135	—	0,62	—
Река Китой							
Шумакская	—	50	255	35	—	1,3	—
Река Ока							
Илейская	—	75	410	70	—	1,6	—
Урдо-Ахинская	—	50	310	50	—	1,6	—
Ехы-Ногинская	—	130	810	200	—	2,0	—
Тугулгуйская	—	130	820	200	—	2,0	—
Завальская	—	40	320	100	—	2,6	—
Итого по р. Оке	—	435	2.700	620	—	1,9	—
Река Уда							
Питаевская	715	75	550	85	—	—	1,3
Тюменецкая	570	125	850	70	—	—	0,8
Петропавловская	456	80	550	50	—	—	0,9
Тасеевская	186	400	2.800	150	—	—	0,5
По р. Уде	—	680	4.750	355	—	—	0,6
Итого по притокам	—	2.565	16.815	1.616	4,2	0,80	—
Всего по бассейну	—	11.515	78.105	4.301	308	0,46	—

можем остановиться на 6 гидростанциях р. Ангары, с суммарной мощностью 8,950 тыс. квт и с отдачей 61,30 млрд. квч и трех гидростанциях на ее притоках, с суммарной мощностью 1800 тыс. квт и общей отдачей 1190 млрд. квч. (см. чертеж № 31).

Следовательно, из общей кадастровой потенции изученных рек в размере около 13000 тыс. квт к разряду источников дешевой энергии мы относим 10750 тыс. квт или 83%. Процент этот очень велик, и объяснение этому заключается в регулирующем свойстве оз. Байкала.

Общая сумма стоимости всех Ангарских установок составит до 2700 млн. руб. Так как для потребления этой энергии должна будет создаваться параллельно промышленность, то, принимая пятикратное отношение стоимости потребителя по отношению к стоимости источников энергии, мы получим размер необходимых капиталовложений на освоение Ангарской энергии промышленностью ориентировочно в 13500 млн. руб. сверх того, в размере 6500 млн. руб. надо оценивать капиталовложения на освоение района населением. Считаясь с размерами итоговой суммы порядка 20 млрд. руб., можно с уверенностью считать, что осуществление использования всей Ангары растянется на большой период времени.

Какой же порядок последовательности в осуществлении всей схемы можно наметить как более целесообразный с точки зрения интересов гидростанций, как предприятий.

Считаясь с тем, что регулирование расходов сказывается весьма положительным образом на работе нижележащих сооружений, использование каждого источника гидроэнергии желательно начинать сверху, идя вниз по течению.

В нашей системе самой верхней из всех станций явится Хилокская установка на Селенге. Ее влияние на следующую ступень — Байкальскую гидростанцию на р. Ангаре, благодаря наличию Байкала, не будет значительным. Как указывалось, колебания Байкальского бьефа в течение года, связанные с неравномерностью притоков Байкал, будут достигать 0,69 м, без всякого регулирования притока в Байкал. Если этот приток будет частично отрегулирован, то уменьшение годовых колебаний произойдет до 0,52 м, что позволит улучшить работу Байкальской станции всего лишь на 1%.

Влияние Байкальской станции на нижележащие — значительно крупнее. Наличие Байкальской станции улучшает работу Бархатовской (по 1929—30 г.) на 23,5%.

Наличие Байкальской и Бархатовской станций позволяет работать Братской с лучшим эффектом на 5%, чем если бы она работала при одной Байкальской.

Сооружение Култунской установки на Иркуте улучшит условия работы Бархатовской установки и т. д.

Нижние из Ангарских установок, без помощи вышележащих, должны были бы резко уменьшить свою эффективность и даже плотины в этом случае были бы несколько дороже, благодаря необходимости рассчитывать их на больший водосброс.

Поэтому наибольший интерес, с точки зрения оптимальных условий работы всей системы, представляет первоочередная постройка Байкальской установки. При этом нельзя не учитывать, что значительный подъем уровня Байкала осуществим только в этом случае, т. к. накопление воды в Байкале, вследствие большой емкости бьефа, возможно только за счет временного уменьшения стока в Ангару, что нельзя будет допускать, имея работающие на Ангаре гидроэлектростанции.

Следующей по очереди из установок на Ангаре мы считаем Бархатовскую. Несмотря на то, что ее геологические условия пока не выяснены, все же она является безусловно экономически интересной. Предстоящие работы по локализации влияния карста оценены выше в 25 млн. руб. О стоимости этих работ сейчас возможно судить только на глаз, поэтому допустим, что это мало и что на заделку карстовых ходов придется затратить вдвое-втрое большую сумму; в таком случае энергия Бархатовской установки удорожилась бы на 0,04—0,08 коп., т. е. себестоимость ее при изолированном рассмотрении составила бы 0,62—0,66 коп. за квч. Но не надо забывать, что эта установка увеличивает на 5% отдачу Братской, т. е. дает возможность увеличить отдачу всей системы примерно на 850 млн. квч. Если это учесть, то удорожание Бархатовской установки можно допустить даже на 100 млн. руб. и все-таки ее сооружение будет выгодно для системы в целом. Поэтому, нет никаких оснований исключать из схемы Бархатовскую установку, и поскольку с изучением карста поспеть возможно, ее можно считать второй по очереди.

Третьей мы считаем гидроустановку Братскую, к сооружению которой надо подходить во всяком случае при полном техническом вооружении и с накопленным опытом строительства в местных условиях.

Установки на притоках могли бы осуществляться вне зависимости от хода строительства на р. Ангаре, если к тому явились бы экономические побудители.

Общая стоимость судоходных сооружений при плотинах вдоль по р. Ангаре в нашей оценке выражается суммой порядка 270 млн. руб. Так как сквозное судоходство по Ангаре сможет быть открыто лишь после постройки всех 6 и, в крайнем случае, 4 верхних гидроэлектростанций, что займет не малое время, вряд ли можно думать, что это судоходство окажется в состоянии принять на себя долю участия в расходах, падающую хотя бы даже на собственно судоходные сооружения. Поэтому в экономических расчетах правильнее казалось бы исходить из полной себестоимости энергии, учитывая при этом улучшение судоходных условий как полутно создаваемое благо, материально отражаемое не путем снижения себестоимости Ангарской энергии, а путем уменьшения транспортных издержек для промышленности по тем грузам, которые смогут перевозиться по Ангаре.

Для полной ясности необходимо еще остановиться на следующем. Согласно временной инструкции Энергоцентра по

составлению смет на сооружение электростанций, рекомендуется для стадии предварительного проектирования начислять на стоимость основных сооружений 47% на вспомогательные работы, и кроме того, засметно 10% на увеличение объема работ и 15% на ликвидацию возможных стихийных разрушений.

В наших расчетах, исходя из опыта Днепростроя, на вспомогательные сооружения начислено 5%. Увеличение объема работ включено непосредственно в подсчет, т. к. нам важно было установить те объемы работ, которые характеризуют масштабы сооружений, и в скрытом виде показывать процентами, например, полмиллиона кубометров бетонной кладки по сооружениям большого Ангаростроя мы считаем неправильным. Но, поскольку 10% на вспомогательные работы принят выше рекомендуемой нормы на те же 10%, наши подсчеты содержат большие запасы, чем то рекомендуется инструкцией.

Что касается начислений на ликвидацию возможных стихийных бедствий, то давая подсчеты по 18 гидроэлектростанциям, принимать для каждой из них крупные суммы на стихийные бедствия мы сочли неудобным принципиально. Однако, если подсчитать эту сумму, то по всем 18 установкам она составит около 240 млн. Относя ее ко всей отдаче системы, т. е. к 78 млрд. квч. при том же 10% эксплуатационных отчислений (8,3%), мы получили бы, что она падет на себестоимость тока всего в размере 0,025 коп. за квч, т. е. заключается в пределах точности предлагаемых подсчетов, поэтому, мы считаем себя вправе не включать эти начисления в подсчеты.

10. Увязка гипотезы использования р. Ангары с наметками по использованию р. Енисея

Размещение бьефов по р. Енисею, по идее его сплошного шлюзования, предвидит постройку двух или более высоких плотин в пределах Саян, выше д. Означенной, затем нескольких низконапорных плотин на участке от выхода Енисея из гор до г. Минусинска, плотины с напором порядка 40 м в районе с. Батани, плотины с напором порядка 60 м выше г. Красноярска, плотины с напором порядка 20 м в районе с. Атаманова и плотины с напором порядка 40 м в районе с. Маклакова, ниже устья р. Ангары. Последняя из плотин на р. Енисее намечена в районе Осиновского порога с напором около 30 м. Из сооружений на Енисее значение для схемы использования Ангары будут иметь лишь два нижних.

Влияние нижней из Енисейских плотин — у Осиновского порога — на схему использования Ангары будет сводиться к заданиям по транспорту, т. к. ее постройка, создавая определенно благоприятные условия для морского судоходства по всему нижнему Енисею, заставит приспособить Ангару к соответствующим условиям плавания. Это влияние в намеченной схеме учтено.

Плотина в районе с. Маклаково (т. н. Ново-Енисейская установка) должна распространить свой подпор по низовому участку р. Ангары и по р. Тасеевой и, поэтому, требует увязки.

Вблизи устья Ангары, в Стреловском пороге, сложенном гранитной интрузией, геологические условия можно считать благоприятными для плотины с напором, отвечающим оставшемуся неиспользованным от Богучанской плотины падению Ангары, и таким образом, имелась бы возможность все падение Ангары использовать в пределах ее долины, но несомненно целесообразнее это использование перенести на р. Енисей, где станция сможет работать соединенным расходом обеих рек и где большая площадь зеркала по низовому участку Ангары и Тасеевой (около 1500 кв. км) позволит лучше регулировать сильно переменный расход Енисея.

При составлении рабочей гипотезы по р. Ангаре пришлось провести довольно большую работу по согласованию между собою разных систем отметок нивелировок и съемок, которыми приходится пользоваться. Эта работа еще не совсем закончена; нивелировка последнего участка по Ангаре выполнена лишь в 1932 г. и еще обрабатывается. Не сделана еще увязка между собою замкнутых ходов, которых в районе мы насчитываем уже не мало. К таким замкнутым высотным ходам будет относиться полигон Иркутск — устье Ангары — Красноярск — Иркутск, длиной свыше 3000 км, в состав которого входят нивелировки наши, ЛОЭ, Енречфлота, б. МПС (по Енисею) и ВТУ (процезионный ход по линии железной дороги). Поэтому увязка намечаемых отметок с точностью до одного—двух метров пока была бы преждевременна.

Предварительно намечается, что для перевода отметок, в системе которых составлен продольный профиль р. Енисея к системе среднего Тихоокеанско-Балтийского уровня, которая принята для всех съемок в Восточной Сибири, и к которой относятся все приведенные выше отметки, нужно прибавлять к отметкам Енисея 2,61 м.

В таком случае отметка бьефа Ново-Енисейской плотины, намеченная пока проработками по р. Енисею, будет 116,6 м.

Отметка нижнего бьефа Богучанской установки составляет 121,0 м, отметка нижнего бьефа Тасеевской установки—112 м. Последняя отметка взята по столысячной съемке Г. Г. У. 1926—27 г. маршрутного характера и по качеству внушает некоторые сомнения.

Перенос Богучанской плотины ниже по течению может представить известные трудности, т. к. по данным С. В. Обручева, в районе „Шиверы Косой“, где она располагается, Ангару пересекает последняя мощная интрузия траппов, ниже которой плотину пришлось бы основывать на кембрийских известняках, значительно менее благоприятных для этой цели. Сверх того, здесь отмечается зона сильных дислокаций и даже продольных, по отношению к реке, сбросов.

По данным нашей экспедиции 1932 г., как указывалось выше, встречи выходов траппов в русле можно ожидать встретить на 40 км ниже района „Шиверы Косой“, на шивере Ярковской. Если это подтвердится, то Богучанская плотина могла бы быть перемещена соответственно вниз, и отметка ее нижнего бьефа в этом случае составила бы 117,6 м.

С другой стороны, отметка бьефа Ново-Енисейской плотины может быть, повидимому, несколько поднята при условии постройки по правому берегу довольно длинной (около 4 км) дамбы.

Таким образом, взаимное согласование Ново-Енисейской и Богучанской установок, повидимому, вполне возможно и во всяком случае никаких взаимных противоречий здесь нет.

По отношению к Тасеевской установке, для возможности ее увязки с Енисеем, необходимо проложить нивелирный ход по р. Тасеевой от устья вверх на 117 км, чтобы иметь представление о взаимном их высотном положении. Возможно, что Ново-Енисейская установка даст некоторый подпор Тасеевской, т. к. место последней фиксируется стремлением использовать на одной плотине соединенный расход рек Чуны и Оны, то о перемещении плотины вверх по этим рекам не может идти речь и выгоднее будет допустить некоторый подпор ее снизу.

К категории вопросов, относящихся к взаимной увязке схем использования рек Ангары и Енисея должен быть также отнесен вопрос об очередности осуществления связанных между собою установок. По отношению к Ново-Енисейской установке очевидно, что условия ее работы будут значительно худшими, если ее осуществить ранее основных ангарских установок, т. к. в этом случае ее бьефом пришлось бы пользоваться не только для регулирования Енисея, но также и для регулирования расходов, поступающих с нижней Ангары, где неравномерность стока также имеет место. Поэтому ее осуществление надо намечать после Ангарских установок и, во всяком случае, после основной Братской установки, иначе ее эффективность пришлось бы считать много ниже той, которую от нее можно ожидать нормально.

ГЛАВА VI

Ближайшие задачи проектно-исследовательских работ по Ангарской проблеме

Исключительно высокая мощность всех возможных к постройке на Ангаре гидроэлектрических установок и связанная с освоением этой мощности потребность крупных капиталовложений, приводит к выводу о неизбежности длительного периода времени, на который растянется гидростроительство на Ангаре.

В соответствии с этим нет никакой необходимости вложения в настоящее время значительных сумм в исследования по объектам дальних очередей, если формы решения по последним не будут оказывать влияния на первоочередные сооружения.

Схема использования энергии р. Ангары вполне допускает выполнение проектно-исследовательской работы по частям.

Первоочередной во всей схеме по совокупности экономических и технических соображений является верхняя из установок на Ангаре—Байкальская. Технические соображения были освещены выше, экономическим соображениям в пользу первоочередности этой установки уделено место во II части настоящей работы.

Основная роль, принадлежащая этой установке в схеме, это ее регулирующее влияние на все нижерасположенные. Эта трактовка значения Байкальской установки не допускает ее изолированного проектирования в отрыве от других установок системы.

Та или иная степень регулирования расхода, необходимая для создания оптимальных условий наиболее эффективной из всех гидроустановок системы—Братской, повлияет на формы решения схемы Байкальской установки. Необходимость значительных пусков воды из Байкала, если таковая выяснится,

может побудить или соответственно увеличить установленную мощность Байкальской установки для выработки при этих пусках сезонного тока, или заложить водоспускные отверстия в плотине. Целесообразность того или иного решения будет зависеть от размеров и продолжительности этих пусков. Таким образом, для решения схемы Байкальской установки необходимо установить конкретные требования, могущие возникнуть к ней у Братской, со стороны регулирования.

Для решения этого вопроса необходимо выяснить, будет или нет осуществлена промежуточная Бархатовская установка, т. к. при ее отсутствии требования Братской установки к Байкалу будут значительно большими, а следовательно, и выводы в отношении технических форм решения по Байкальской установке могут быть иными.

Таким образом, регулирующее значение Байкальской установки побуждает вести проектную работу, главным образом, в области гидрологического проектирования, по схеме верхнего участка р. Ангары, понимая под таковым участок реки от истока до Падунского сужения, в котором Братская установка предположительно расположена.

В ту же схему должны быть частично включены проработки по использованию нижнего течения р. Иркута. Та или иная форма решения по схеме использования последнего (выпуск в оз. Байкал или использование в своей долине) отразится и на Ангарских установках, ибо в случае выпуска Иркута в оз. Байкал, воды Иркута пройдут через Байкальскую установку, изменив ее расчетный расход и в какой то степени облегчатся условия регулирования для бьефа Бархатовской установки. Кроме того, энергия Култукской гидроустановки, расположенной по воздушной линии в 90 км от г. Иркутска, предназначается для энергоснабжения того же Прибайкальского промышленного комплекса и как экономическая, так и энергетическая проработка последнего, требует совершенно конкретных показаний по Култукской гидроустановке, отдача которой только в два раза менее отдачи Байкальской установки на р. Ангаре.

Наконец, выяснение условий многолетнего регулирования расхода р. Ангары в районе истока, побудит частично, в меру наличия материалов, проработать вопрос о регулирующей роли Хилокской гидроустановки на р. Селенге для оз. Байкал.

Таким образом, требования, главным образом, по линии гидрологического проектирования, заставляют рассматривать Байкальскую установку, как центральную в схеме использования верхнего участка р. Ангары, понимая под последним участок Исток-Падун и при проработке этой схемы выяснить и учесть влияние на верхние из Ангарских установок гидроэлектрических станций на рр. Селенге и Нижнем Иркуте.

Нижний участок р. Ангары, к каковому относятся станции Шаманская, Кежемская и Богучанская, может на ближайшие годы быть оставлен без дальнейших исследований, за исключением накопления по нему материалов, освещающих режим реки.

ГЛАВА VII

Промышленное использование энергии ангарских гидроэлектрических станций

Развитие производительных сил Советской северной Азии связано с тремя основными технико-экономическими проектами, проникнутыми общим плановым замыслом.

Первый—создание гигантского индустриального комбината Урал—Кузбасс, как первого этапа индустриального освоения востока, открывающего возможности дальнейшего продвижения.

Второй—создание нового промышленного района общесоюзного значения с особым характером производств на базе использования энергии мировых гидроэлектрических установок на реках Ангаре и Енисее.

Третий—создание великой Сибирской электрифицированной ж.-д. магистрали для дальневозного массового дешевого и быстрого транспорта грузов между лежащими вдоль наибольшего измерения Советской территории районами Москва-Урал-Кузбасс-Ангарострой, побережье Тихого океана.

Хозяйственное и политическое значение этих трех проектов заключается в завершении плана нового размещения производительных сил страны, при котором в целях индустриализации и поднятия материального благосостояния трудящихся будут использованы основные природные ее богатства: уголь, водная энергия, лес, с.-х. фонды, железная руда, цветные и редкие металлы и пр., сконцентрированные, главным образом, к востоку от Волги, на громадных пространствах Урала, Западной Сибири, Восточной Сибири и дальнего Востока. Эти богатства, по современным исчислениям, составляют к общесоюзным фондам: по водной энергии—85%, по углю—82%, по железу—свыше 50%.

по меди—95%, по цинково-свинцовым рудам—96%, по редким металлам—до 100%, по золоту и платине—до 100%, по лесу—72%, по с.-х. фондам—до 60% и т. д.

В. И. Ленин неоднократно указывал на огромное значение природных богатств Сибири для индустриального развития нашей страны. Историческое решение XVI партсъезда (1930 г.) положило начало созданию второй угольно-металлургической базы—Урало-Кузнецкого комбината. Одновременно ведется переустройство Сибирской магистрали Москва-Урал-Кузбасс—причем предрешена ее последующая электрификация. В соответствии с историческими решениями XVII съезда ВКП(б) в ближайшие годы будет завершено строительство второй угольно-металлургической базы СССР—Урало-Кузнецкого комбината. Приближается очередь осуществления Ангаростроя, подступы к которому частично начаты стройкой.

Из предыдущего изложения видно чрезвычайно широкое народнохозяйственное значение Ангаро-Енисейской проблемы, далеко выходящее за рамки обычных проектировок. Гипотеза промышленного освоения гидроэнергии рек Ангары и Енисея является значительной частью плана народнохозяйственного развития советской Азии.

В нашей работе, посвященной в основном гидроэнергетике, трактуются лишь идеи, положенные в основу ведущейся проработки по Ангарскому промышленному комплексу в объеме, необходимом для понимания заданий, поставленных нами для замысла гидростанций на Ангаре.

I. Энергетические предпосылки к развитию Восточной Сибири

Место Ангарской энергии среди других источников дешевого тока в СССР было указано выше в главе I. Проработки последнего времени позволяют внести в приведенные там цифры некоторые уточнения, не меняющие, однако, принципиальных позиций Ангары. Наоборот, место Восточной Сибири в целом, благодаря лучшим, чем то считалось раньше, возможностям р. Енисея становится еще более прочным.

Для оценки себестоимости Ангарской энергии мы пользовались средними ценами Днепростроя (1927—31 г.). Калькуляция себестоимости была выполнена также по данным Днепровского строительства, за невозможностью в нашей стадии работы провести детальные подсчеты эксплуатационных расходов, мы определили процент суммы детально подсчитанных Днепровским строительством ежегодных отчислений по отношению к полной стоимости всех относящихся к установке сооружений и установили его значение в размере 8,3%.

В этой сумме собственно эксплуатационные расходы, включая и ремонт оцениваются 1,7%; амортизационные отчисления на поддержание в исправности сооружений—0,4% от полной

суммы¹, и наконец 6,2% составляют процентные начисления на капитал, считая по сложным процентам и учитывая начисления за время постройки.

Условность этой методики очевидна, тем более, что основным слагаемым ежегодных расходов здесь считаются 0,1% на капитал. Однако не учитывать 0,1% на капитал для определения эффективности гидроэлектрических установок нельзя до тех пор пока не будет разработан иной метод подсчета, позволяющий сопоставлять эффективность гидравлического тока с эффективностью теплового.

Приемы оценки эффективности Волжских гидроустановок также вполне условны. В материалах Правительственной комиссии по рассмотрению схематических проектов Ярославской, Горьковской и Камской гидроэлектростанций приводятся двойные показатели себестоимости тока Волжских станций, с 0,1% на капитал и без них, причем исчисление ведется для первого случая из расчета 9,5% от капиталовложений, за вычетом возвратных сумм и стоимости постоянного поселка и амортизационных начислений на расходы, связанные с подтоплением и затоплением, для второго — из расчета 3,5%. Эти нормы по существу не отличаются от принятых нами, т. к. 8,3% относятся нами к валовой сумме, считая в ней и поселок и затопления в полном объеме.

Исходные цены, принятые правительственной комиссией по Волге по 1932 г., отличаются от цен, положенных в основу наших расчетов (1927—31 г.), причем довольно трудно установить соответственный переходный коэффициент. Комиссией принимались следующие коэффициенты для перевода стоимости строительных работ Днепростроя, исполненных в разные годы к 1932 г.

27/28	2,02
28/29	1,83
29/30	1,66
31	1,33

Расценки Днепростроя за этот период год от года по абсолюту падают, благодаря более совершенной организации работ, введению механизации, увеличению объема работ и т. п., таким образом, приведенные выше переводные коэффициенты вызывают некоторое сомнение.

В связи с этим считаем, что для возможности сравнения подсчитанных нами стоимостей сооружений со стоимостями сооружений, оцененных по 1932 г., коэффициентом должен быть принят порядка 1,5. В таком случае будем иметь в коп. за кв.

¹ В амортизационный фонд не включаются начисления на расходы, не требующие амортизации, как-то: отчуждения, скальные выемки и т. п. Цифра 0,1% означает размер отчислений, приведенный к валовой сумме.

Таблица 1

	Название установок	Себестоим. в ценах 27—31 г.		Себестоим. в ценах 1932 г.	
		с 0,1% на капитал	без 0,1%	с 0,1% на капитал	без 0,1%
1	Байкальская	0,61	0,16	0,96	0,24
2	Бархатовская	0,58	0,15	0,81	0,23
3	Братская	0,27	0,07	0,41	0,11
4	Шаманская	0,31	0,09	0,51	0,14
5	Кожемская	0,38	0,10	0,57	0,15
6	Богучанская	0,31	0,08	0,47	0,12
7	Хилокская	0,58	0,15	0,87	0,23
8	Култукская	0,62	0,16	0,93	0,24
9	Тасеевская	0,50	0,13	0,75	0,20

По данным правительственной комиссии по Волге, Волжские гидроэлектростанции будут иметь нижеследующие себестоимости при отнесении шлюза на судоходство¹.

Таблица 2

	Название установок	Себестоимость в ценах 1932 г.	
		с 0,1%	без 0,1%
1	Ярославская	7,80	3,35
2	Горьковская	4,80	1,80
3	Пермская (полн. мощн.)	2,85	1,04
4	Днепрострой	1,47	0,53
5	Ангарские (средневзвеш.)	0,51	0,11
6	Пригоки Ангары (средневзвеш.)	0,78	0,20

В этой же таблице приведены показатели Днепростроя, по пересчету правительственной комиссии по Волге, и для сравнения выписаны средневзвешенные показатели по Ангарским гидроэлектростанциям.

Из сличения цифр видно, что Ангарские гидроустановки обещают дать ток, по себестоимости несоизмеримо более дешевый, чем Волжский. Даже по отношению к Днепру мы получили для Ангары показатели в три—четыре раза более благоприятные, и какие бы коррективы в переводный коэффициент,

¹ Напомним, что в наших подсчетах по Ангаре стоимость шлюзов отнесена на энергию.

выбранный до некоторой степени произвольно, не вносились, факт исключительно низкой себестоимости Ангарской энергии остается несомненным.

Не менее благоприятна местная обстановка для развития тепловых электростанций. Данные о запасах углей приведены в части I.

Для характеристики энергетических качеств В. Сибирских углей остановимся на наиболее изученных углях Иркутского бассейна, его Черемховского района, которые в период развития Ангаростроя будут играть наиболее важную роль в жизни края.

Общая характеристика промышленных особенностей собственно Черемховского каменно-угольного района может быть сведена к следующему.

На громадных площадях, почти совершенно горизонтально и на небольшой глубине, залегает пласт угля мощностью 6—9 метров. В ряде случаев мощность прикрывающих напластований достигает всего 10—20 метров, т.е. только в 2—3 раза более мощности угольного пласта, причем прикрывающие породы легко удаляются или прямо сильным экскаватором, или требуют только легкого предварительного разрыхления взрывчатыми веществами. Породные покровы не требуют дальнейшей транспортировки, так как возможна простая их перекаладка экскаватором на соседнюю уже выработанную территорию.

Эти обстоятельства сильно удешевляют (на 25—30%) эксплуатацию месторождения, позволяя применять открытые работы, вместо добычи подземными способами.

Обычно приходится все же прибегать к подземной выработке. Малая глубина залегания основных пластов, редко более 40—50 метров, позволяет очень быстро „сесть на пласт“. Выработку удобнее всего вести при помощи наклонных шахт. Объясняется это желанием избежать лишней перегрузки угля, лишних манипуляций с вагонетками и стремлением к упрощению всех операций по выдаче угля на поверхность. Уже при 16—18° наклона шахты, возможно применение ленточного транспортера.

Площадь шахтного поля, удобно разрабатываемого одной добычной единицей в юго-восточной части собственно Черемховского района, составляет, примерно, 15 кв. км (таковы примерно площади участков шахт Ново-Гришевской, Артема II, Артема III, шахты Касьяновской). Геологические запасы такого участка равны примерно 100 млн. тонн, а полезные запасы—около 80 млн. тонн. Еще больше участок Артема IV.

Годовая производительность вновь запроектированных шахт этого типа достигает до 2 млн. тонн угля в год.

Эти особенности залегания углей и методика их добычи обуславливают низкую величину капиталозложений по сравнению с другими бассейнами.

Ниже приводим сравнительную таблицу, составленную по материалам проектов новых шахт, а также специальных исследований и журнальных статей, в которой затраты для всех бассейнов исчислены по единым нормам и стоимостям.

Удельная потребность рудников Черемхово в энергии при полной механизации всех процессов оказывается меньшей, чем в других бассейнах (сравнение по новым шахтам).

1. Черемхово	4,34	квтч тонн.
2. Кузнецкий	8,20	"
3. Караганда	8,60	"
4. Подмосковский	7,87	"
5. Кизел	13,70	"
6. Донецкий	18,70	"

Меньший расход электроэнергии в Черемхово объясняется меньшими потребными мощностями для подъема угля, небольшим водоотливом, легкостью вентиляции, горизонтальностью напластования угля и мощностью пластов.

Производительность труда по тем же условиям выше, чем в других бассейнах.

Себестоимость угля, при равных условиях подсчета, т.е. при равной месячной плате трудящихся (200 руб. в месяц) и при учете однообразных прочих норм, по методике и по материалам НТС каменно-угольной промышленности (счет в копейках) подсчитана в табл. 4, принимая среднюю месячную производительность трудящихся по эксплуатации в тоннах по Черемхово—66 тонн, Кузбассу—53 тонн, Караганде—57,5 тонн, Подмосковн.—40,0 тонн, Кизел—48,7 тонн, Донбассу—37,4 тонн.

Таблица 4

Элементы себестоимости	Черемхово	Кузнецк	Караганда	Подмосковн.	Кизел.	Донбасс
1. Зарплата с ком. услугами и начислениями	384,8	501,0	441,7	631,7	520,2	675,1
2. Материалы и прочее	82,8	105,0	118,2	69,3	95,3	96,0
3. Электроэнергия	14,8	24,6	25,8	23,6	41,1	56,1
4. Топливо	2,5	3,4	3,3	4,0	4,1	4,7
5. Амортизация	31,1	31,6	61,8	50,1	87,7	86,7
6. Капит. ремонт	2,6	5,0	8,0	6,8	13,4	12,6
Итого производ. себестоимость	508,6	673,6	661,8	785,5	761,8	921,2
7. Содерж. треста	5,1	6,7	6,6	7,9	7,6	9,3
Полная себестоимость	513,7	680,3	668,4	793,4	769,4	940,5
8. Налоги	10,3	13,6	13,6	15,9	15,4	18,8
Итого:	524,0	693,9	682,0	809,3	784,8	959,3

Эти данные позволяют перейти к исчислениям себестоимости электрического тока по разным бассейнам в сравнении с энергией на черемховской тепловой энергии.

В основу сравнения взяты данные совещания при Энергоцентре 1931 г. по вопросам электрификации Урало-Кузбасса.

Все станции, приняты для сравнения конденсационные следующих типов (см. табл. 5).

Таблица 5

Тип станции	Установл. мощность в <i>т квт</i>	Число и мощность агрегатов в <i>т квт</i>	Число и мощность котлов на турб.	Стоимость установл. <i>квт</i> в рублях
1	100—150	4—6 по 25	1 на 125 <i>т</i>	325
2	200—300	4—6 по 50	2 на 125 или 1 на 250 <i>м</i>	300
3	400—600	4—6 по 100	2 на 250 <i>м</i>	275
4	600—1000	4—6 по 150	3 по 250 <i>м</i>	250

При втором типе станции себестоимость электрического тока для разных бассейнов, для случая, когда все станции будут расположены вблизи шахт и будут иметь равно-благоприятные условия для водоснабжения и для расположения станции, при 5000 часов годовой работы, будет следующая: (см. табл. 6).

Таблица 6

Бассейны	Топливи. слагающ. с пыле-пригот.	Пост. годов. расх.	Амортизация	Итого на 1 <i>квтч</i>	6% на стоимость станции	6% на кап. шахт. стр. в пересчете на 1 <i>квтч</i>
Иркутский	0,46	0,33	0,33	1,12	0,36	0,02
Кузнецкий	0,53	0,33	0,33	1,19	0,36	0,03
Кизеловск.	0,70	0,33	0,33	1,36	0,36	0,04
Донецкий	0,73	0,33	0,33	1,39	0,36	0,04

Подводя итоги в отношении энергетических качеств Черемховских углей мы приходим к следующим выводам:

а) капиталовложение на 1 тонну натурального угля в Черемховском бассейне в три раза меньше, чем в Донбассе и в полтора раза меньше, чем в Кузбассе;

б) себестоимость угля Черембасса в 1,6 раза ниже Донбассовского, учитывая при этом и лучшую калорийность Донецких углей, и в 1,13 раз дешевле кузбассовских, также с учетом разной калорийности;

в) себестоимость электрической энергии на Черемховском топливе наименьшая среди других, при равных условиях сравнения.

Таким образом, по энергетическим предпосылкам как в отношении водной, так и в отношении тепловой энергии, Восточносибирский край находится в исключительно благоприятных условиях и решение проблемы Ангаростроя заключается в подыскании наилучших форм использования этих энергетических возможностей в интересах союзной промышленности.

2. Экономический эффект от использования Ангарской гидроэнергии для энергоемких производств

Анализ наличных ресурсов источников дешевой энергии в СССР приводит к выводу, что Ангара должна явиться основным источником тока для мощного развития промышленности новейшего типа из группы энергоемких производств.

Ангарская промышленность этого направления будет занимать господствующее значение по отношению к другим районам.

Запасы энергии девяти гидростанций, отнесенных нами к разряду источников дешевого тока, будут составлять 73 млрд. *квт* часов в год.

Допустим, что эта энергия будет использована взамен энергии других электростанций СССР с более высокой себестоимостью. Последнюю примем в среднем в 1,8 коп. за *квт* час с учетом % на капитал и в 1,4—без % на капитал для тепловых станций, расположенных на месте добычи углей. Эта предпосылка наиболее благоприятна для тепловых станций и наименее благоприятна для Ангары.

Тогда будем иметь следующую разницу в пользу Ангары на каждом *квт* часе в копейках:

	Ангара	Средняя по Союзу	Разность
Себестоимость с % на капитал	0,4	1,8	1,4
То же без % на капитал	0,1	1,4	1,3

Таким образом для масштаба 73 млрд. *квт* часов в год в годовых эксплуатационных расходах мы будем иметь „экономия“ по энергетической слагаемой производства в размерах равных:

$$1,4 - 0,1 \times 73 \times 10^9 \times 10^2 = 950 \text{ млн. руб. в год.}$$

Одновременно с этим мы должны считаться с общей суммой капиталовложений по гидроэнергетике на Ангаре корреспондирующей этой отдаче в размере 3500 млн. рублей.

Противостоящая этому эквивалентная величина капиталовложений в энергетическое хозяйство на угольно-тепловой базе будет равняться:

$$0,065 \times 73 \times 10^9 = 4750 \text{ млн. рублей.}$$

При оценке указанных величин капиталовложений надо не упустить следующее:

1) капиталовложения на жел. дор. транспорт не считаны, между тем для перевозки угля, нужного для производства 73 млрд. квт часов они потребуются, так как существующая ж. д. сеть явно не будет иметь запаса провозной способности. Это повысит разность в пользу Ангары;

2) не рассчитаны капиталовложения в развитие ж. д. сети в Ангарских районах для подвоза сырья и—в линии пионерные, но очевидно развитие сети для тех же нужд потребует и для сырьевого обеспечения других конкурирующих тепловых станций в других районах. Допустим, что это даст разность против Ангары;

3) не подсчитана экономия на капиталовложения в пользу Ангары, возникающая от замены энергоемкими производствами обычных процессов.

Не имея возможности для точных определений всех этих статей, условно принимаем, что по капиталовложениям мы будем иметь полное равенство.

Тогда экономия в пользу Ангары будет ограничиваться разностями в годовых эксплуатационных расходах, т.е. 950 млн. руб. в год для конечного этапа развития использования энергии Ангары.

Эта цифра иллюстрирует значение дешевого тока для народного хозяйства при употреблении энергии на производстве обычного типа. Если же переходить на новейшие производства, т.е. энергоемкого типа и выбирать эти производства так, чтобы:

1) они давали дополнительный эффект в отношении капиталовложений (единовременных) на 1 тонну готовой продукции, по сравнению с неэнергоемкими формами производства этой продукции;

2) можно было реализовать дополнительный эффект от большей производительности труда по сравнению с другими формами производства;

3) можно было получить дополнительный эффект от лучшей прочности и качества энергоемких продуктов, по сравнению с обычными продуктами того же назначения,—то народно-хозяйственный эффект будет значительно выше, чем проведенные цифры экономии на энергии.

Приведем следующий перечень главнейших энергоемких производств, составленный по данным исполненной, по нашему заданию, СОПС'ом Академии Наук работы по характеристике энергоемких производств¹, с целью иллюстрировать реальными величинами энергоемкости наши последующие рассуждения:

1. Цветные металлы

1) бериллий	18.000.000 квч/т.
2) магний	85.000 "
3) алюминий	30.000 "
4) титан (прокат)	7.000 "
5) цинк	4.500 "
6) медь	4.000 "
7) олово	4.000 "

II. Черные металлы

1) ферромолибден	12.000 квч/т.
2) феррованадий	12.000 "
3) ферромарганец	12.000 "
4) феррохром	10.300 "
5) ферросилиций	10.000 "
6) ферровольфрам	8.500 "
7) электрочугун	2.200 "

III. Малые металлы

1) кальций	45—50.000 квч/т.
2) натрий	11—15.000 "

IV. Углекислый и азотная пром.

1) каучук синтетический	50.000 квч/т.
2) получение водорода из воды	47—70.000 "
3) жидкое топливо через газы	11.000 "
4) цианамид кальция	10.000 "
5) синтетический аммиак	3.200 "
6) синтетическая азотн. кислота до	3.200 "
7) гидрогенизация углей и смол до	3.000 "
8) синтетический метанол	1.340 "

V. Основная химия

1) фосфор желтый	13—17.000 квч/т.
2) карборунд	7,5—12.000 "
3) электрографит	5—10.000 "
4) хлорат натрия	9.000 "
5) хлорат калия	8.000 "
6) перекись водорода	6.500 "
7) цианистый натрий	4.000 "
8) фосфат пальмера	2,8—4.000 "
9) карбид кальция	3,6—9.600 "
10) сухой хлоргаз	3.500 "
11) персульфат аммония	2.500 "

VI. Лесохимия

1) ацетатный шелк	15.000 квч/т.
2) вискозный	9.000 "
3) древесная масса	1.200 "
4) целлюлоза	300 "

При размещении производств энергоемкого типа необходимо учесть влияние транспортировки их продукции до мест потребления. В случае, если экономия на электроснабжении производств превысит перерасходы на транспорте, очевидно, что есть основания развивать в районах с избытком дешевого тока эти производства в масштабах союзной потребности, если на месте мо-

¹ Том I работы, заключающий в себе электрохимические и электротермические производства вышел в свет в изд. Акад. Наук в 1933 г. Том II, относящийся к электрометаллургии и др., находится в печати.

жет быть получено необходимое для производства сырье. В отдельных случаях может оказаться целесообразным пойти и на подвоз сырья издалека (пример—Днепровский алюминиевый комбинат).

Для придания продукции комбинатов Ангаростроя общесоюзного значения необходимо, чтобы она была в состоянии выдержать перевозки на расстояние по крайней мере до Москвы на запад и до Владивостока на востоке. Примем необходимое расстояние для транспорта на запад в 5000 км, а на восток (с запасом) в 4000 км.

По расчетам инж. А. В. Заорского¹ себестоимость (полную) перевозок по сибирским дорогам можно принимать для третьего пятилетия, в соответствии с ожидаемым грузооборотом, в следующих величинах:

	Паров. тяга	Электр. тяга
Новосибирск—Иркутск	0,571	0,439
Иркутск—Улан-Удэ	0,727	0,748
Улан-Удэ—Сковородино	0,865	0,798

В соответствии с этими величинами и с данными НКПС о себестоимости перевозок по сибирским дорогам принимаем следующие средние величины для II и III пятилетки для себестоимостей фрахта 1 тонна на запад до Москвы и на восток до Тихого океана.

	II пятилетие		III пятилетие	
	Ср. себест. 1 т/км	Весь фракт	Ср. себест. 1 т/км	Весь фракт
Ангарострой—Москва	1,0 коп.	50 р. 00 к.	0,6—0,5	30 р. 25 к.
Ангарострой—Тихий ок.	1,2 коп.	48 р. 00 к.	0,7	28 р.

Итак себестоимости перевозок таковы, что Ангарострой становится как бы в центре возможных перевозок как на восток, так и на запад.

Если приравнять стоимость провоза тонны готовой продукции до Москвы (50—25 рублей) величине экономии на электрической энергии, которая будет получаться на каждую тонну готовой продукции на Ангаре по сравнению с Москвой, можно найти величину минимальной энергоемкости производств, определяющую выгодность постановки производств на Ангаре. Исходя из разности в 1,4 коп. на *квт* час мы получим цифру минимальной энергоемкости для 2 пятилетия 3570 *квт* часов на тонну. Для третьего пятилетия соответственные показатели будут вдвое

¹ „Сравнения выгодности паровозной и электровозной тяги по Сибирской магистрали“ (Рукопись).

меньшими. Таким образом, все производства, которые требуют на 1 тонну выше 4000—2000 *квт* часов, выгоднее в общесоюзных интересах ставить на Ангаре, чем в центральных районах, если все прочие условия, в т. ч. сырьевые, одинаковы.

Если же сырьевая обеспеченность Ангаростроя выше по качеству и больше по количеству, то по этим производствам не требуется никаких других доказательств—они заведомо выгодны для Ангаростроя.

Эти выводы сохраняют свою силу и для проблемы снабжения побережья Тихого океана до тех пор, пока на д. востоке не будет создано собственных баз дешевой гидроэнергии.

Переходя к вопросу о взаимоотношении Ангаростроя с Кузбассом, мы можем рассчитывать иметь разницу для массовой энергии в 1,00 коп. при стоимости транспорта на соответствующее расстояние в 22—11 рублей за тонну. Следовательно, все, что требует выше 2—3 тыс. *квт* часов на тонну будет заведомо тяготеть к Ангарострою.

Остановимся на косвенных выгодах, которые дают внедрение электрификации в технологию производств.

Отличительной чертой электрифицированных процессов является повышенная качественность их продукции по сравнению с того же рода продукцией, получаемой иными технологическими путями. Большая прочность, большая чистота и однородность структуры, большая стойкость против химических реагентов—неотъемлемые свойства продукции энергоемких производств.

Электрификация металлургии позволит широко внедрить в народное хозяйство повышенного качества стали (сталь 48, силициевая сталь, марганцевая сталь, никкелевая сталь, медистая, вольфрамовая и др. стали), что дает экономию в расходе металла, облегчение конструкций и механизмов и удешевление их эксплуатации.

Электрохимический метод получения синтетического каучука через карбид кальция—ацетилен единственно позволит развить его производство в необходимых для СССР размерах, освободив корнеплоды и злаки для других потребностей. Энергоемкое производство искусственного шелка освободит значительные массы хлопка, требуемые для этой цели, выращивание которого требует огромного количества труда. Наконец, электрификация облегчает и оздоравливает обстановку работы трудящегося. Эти неоспоримые косвенные выгоды невозможно учесть в денежных показателях, однако значение их несомненно громадно.

3. Электропередача Ангарской энергии

Обращаясь к проблеме электропередачи Ангарской энергии на большие расстояния, мы должны указать на следующие обстоятельства:

Передача Ангарской энергии на большие расстояния трехфазным током с напряжением 220 киловольт, т. е. пользование системой, освоенной современной техникой, очевидно не рен-

табельна. При передаче на расстояние 3000 км (Братская установка—Урал) себестоимость только передачи достигла бы порядка 3,5 коп. на квч, т.е. много дороже того, что можно иметь на самом Урале.

При трехфазном токе напряжения 400 киловольт, пока еще практически неосвоенном, положение также не обещает достаточного улучшения и порядок себестоимости электропередачи 1 квч на то же расстояние составил бы около 2 коп.

Несколько большие перспективы обещает передача постоянным током. По данным акад. А. А. Чернышева, если пользоваться в качестве обратного провода землей, при одном и том же весе меди, большем в 4 раза числе изоляторных единиц, но меньшим, зато, числе опор, работа постоянным током обещает возможность передачи вчетверо большей мощности, или, что почти то же, обойдется для той же мощности в четыре раза дешевле.

Это позволит ставить вопрос о дальних электропередачах более серьезно, однако все же перевозка готового продукта на 3000 км обойдется дешевле, и размер ежегодной экономии от постановки энергоемких производств на Ангаре, по сравнению с Уралом, будет весьма внушителен.

Но нужно, учитывать, что передача больших мощностей постоянным током еще не освоена мировой техникой. Здесь главное затруднение заключается не в самой передаче, а в генерации и трансформации тока. По указанию академика А. А. Чернышева большие перспективы открывает использование ионных преобразователей как для получения постоянного тока, так и преобразования его в дальнейшем в переменный, но в целом это—пока еще научно-исследовательская проблема, и на этих перспективах строить гипотезу решения Ангарской проблемы было бы неправильно. Нельзя также забывать, что передача энергии на большие расстояния сопряжена с большими потерями тока, что усугубит неправильность расчета на дальнюю электропередачу.

Поэтому, исходя из современных познаний и оценки ближайших возможных перспектив в отношении транспорта энергии на дальние расстояния, надо рассчитывать на потребление основной массы Ангарской энергии внутри района, и подыскивать возможности развития энергоемких отраслей промышленности на самой Ангаре. Внутри же района, естественно, электропередача больших масс энергии вполне допустима.

4. Анализ условий организации энергоемких производств на Ангаре

Из предыдущего можно видеть, что энергоемкие производства с расходом энергии от 2 тыс. и выше квт часов на тонну продукции могут быть с успехом размещаемы в районах влияния гидроэлектрических установок Ангары в расчете на обслуживание общесоюзных надобностей.

Прогресс мировой техники в последние годы ввел в практику огромное количество новых и новейших технологических процессов, основанных на применении электрической энергии. Размеры потребления энергии и характер процессов, как и влияние себестоимости тока на их экономику, далеко не полно освещены в литературе.

Ввиду этого Ангарским Бюро и была организована упомянутая выше специальная работа по энергоемким производствам через СОПС Академии наук СССР. В первоначальном своем виде задание было сформулировано следующим образом:

„В практике наших и заграничных лабораторий и научно-исследовательских институтов, в мировой и нашей научной и технической литературе, в практике заводских и полужаводских установок имеются разрозненные указания по энергоемким производствам, сконцентрированным, главным образом, около дешевой и особо-дешевой энергии. Для правильного выбора номенклатуры производств на дешевой и массовой энергии р. Ангары необходима прежде всего систематизация материала. В задачу СОПС'а входит собрать и обработать весь материал в этой области, дать опыт научной систематики и классификации производств по признаку энергоемкости и трудоемкости, и составить нечто вроде справочника-энциклопедии по энергоемким производствам. Эта работа должна вестись в общей постановке для всех случаев дешевой энергии, а не только применительно к конкретным условиям Ангаростроя“.

СОПС'ом академии наук СССР выполнена работа, касающаяся вопросов черной металлургии, ферросплавов, цветной металлургии, легких металлов, малых и редких металлов, электрохимической промышленности, электротермических производств, керамических производств, азотной промышленности, производства жидкого топлива, переработки древесины.

Не разработана еще область электрохимических производств на органическом (растительном и животном) сырье, электрохимия красителей, производство редких элементов и производство пластмасс.

Работа по научной классификации производств не закончена, так как разработка принципов классификации оказалась весьма трудной.

Тем не менее выполненный труд представляет большой практический интерес, давая ориентировку в главнейших разделах энергоемких производств и позволяя сознательный выбор наиболее выгоднейших сочетаний их для Ангарских условий.

Группа а—металлургия черных металлов

Эта группа включает получение качественных сталей и получение т. н. „ферросплавов“, т.е. таких сплавов железа с другими элементами, которые увеличивают прочность и качество нашего рядового массового металла. Эти „легирующие“ добавки служат для получения т. н. „легированных“ качественных сталей. Многие из этих сталей рождены прогрессом военной тех-

ники буржуазных стран. Эти виды стали позволяют осуществлять ряд технических задач совершенно по новому. Такие материалы, как стали особо повышенной прочности, нержавеющие и кислотостойкие стали, быстрорежущие и самозакаливающиеся стали всем известны, но ими не исчерпываются возможности в отношении новых металлических материалов. Получение таких материалов в большом количестве и по достаточно низким ценам знаменует поворот в машиностроении, в железнодорожном деле, в мостостроении, в производстве химической аппаратуры. Ангарострой и Урало-Кузбасский комбинат призваны разрешить эту задачу, т. к. для этого необходимо иметь дешевую электроэнергию.

Стоимость энергии (с $\frac{1}{100}$ на капитал) может быть сведена в среднем на Урале до 2,00 коп. за квт час, в Кузбассе—до 1,5 коп. и в районах Ангары—до 0,50—0,36 коп. за квт час. При этом Ангары и Кузбасс имеют энергию в массовых масштабах по указанным стоимостям; Урал требует подачи энергии со стороны— в основном из Кузбасса в виде твердого топлива. Однако, на Урале мы имеем сырье в виде чистых железных руд и хромистых, медистых, никкелевых, ванадиево-титанистых руд. Ангарострой имеет базу редких элементов Забайкалья, д. Востока, Якутии и В. Саян (вольфрам, молибден, осмий, иридий, бериллий, отчасти, никкель—на Енисее, и хром и никкель—на р. Джиде), имеется также марганец и есть все шансы на дальнейшие открытия в этой области.

Таким образом, все три района Востока имеют основания на развитие производства специальных сталей. Весь восток в целом может явиться почти монополистом в создании этих производств, но характер, задачи и организация производственных процессов будут различны, в соответствии с особенностями энергетической характеристики разных районов.

Урал может сосредоточить у себя, главным образом, производство мартеновских легированных сталей на базе древесно-угольных заводов (реконструированных) и Бакальско-Комаровских минерально-угольных заводов. Он может дать также медистые стали (Тагильский завод). Ванадистые чугуны могут быть получены на базе Кусинских титано-магнетитовых руд. Может быть организовано также получение концентратов руд хромовольфрама, титана, ванадия, никкеля, с частичной выплавкой ферросплавов на самом Урале, Халилово может дать никкелисто-хромистые стали.

Западная Сибирь— может организовать производство углеродистой стали и, частью, легированной электростали на тепловой энергии Кузбасса. Иртышский район в Казакстане, начиная с третьего пятилетия, может явиться самостоятельным центром качественной черной металлургии на основе Кен-Тюбетогайских чистых железных руд и вольфрамовых и марганцевых руд Казакстана. Он будет давать, частью углеродистую и мартеновскую, частью легированную сталь.

Восточная Сибирь должна создать электрическую металлургию по линии ферросплавов и электросталей и должна

явиться одним из основных центров электрометаллургии и ферросплавов СССР.

Переходя к вопросу о металлургии, собственно железа, необходимо заметить следующее:

В Ангарском районе производство рядового чугуна имеет смысл развивать лишь в меру потребности Вост. Сибири и Якутии. В абсолютных цифрах это означает очень крупное производство— в ближайшее время потребность этих районов достигнет сотен тысяч тонн в год, но для общесоюзных рынков роль местной рядовой металлургии невелика. Иное значение имеет производство особо-чистых чугунов и губчатого железа. По данным германской практики, введение в оборот легированных сталей имеет и обратную, отрицательную сторону. Рыночный, рядовой „лом“ оказывается зараженным примесями посторонних металлов в произвольной пропорции и выплавка из него чистого черного металла оказывается затруднительной. Между тем, наряду с легированной сталью, часто требуется чистый исходный продукт. Здесь наибольший практический интерес приобретает электрочугун.

Проблема электрочугуна имеет ряд спорных сторон, но безусловно заслуживает внимания именно для Ангаростроя.

Изучение Шведского опыта, где 20% всего чугуна выплавляется за счет электроплавки, приводит к следующим выводам:

1) для выгодности процесса необходимо укрупнение электро-домен, что технически возможно до 150 тонн суточной производительности;

2) необходимо создать условия, позволяющие централизовать углежжение, с едовательно, сделать возможной доставку крупных партий дровяного топлива. Углежжение должно сопровождаться использованием побочных продуктов и последующей переработкой их с помощью дешевой энергии;

3) необходимо укрупнение масштабов заводов до 300—600 тыс. тонн чугуна для выгодности передела чугуна при помощи современных механизмов;

4) необходимо использование побочных продуктов (газов) доменного процесса (иначе говоря концентрированной окиси углерода) для химической промышленности, что возможно при наличии дешевой энергии;

5) необходимо наличие энергии с низкой себестоимостью. Для сурового климата Сибири закрытый электро-доменный цех и сокращение количества рабочих для добычи угля, кокса и металлургического процесса явятся бесспорным преимуществом.

Сравнительная экономичность металлургического процесса может быть показана с помощью следующих сопоставлений:

Энергетические слагаемые металлургии на заводах СССР

1. Стоимость кокса в шихте на заводах Югостали за 27/28 г. р. 22—99.
2. Стоимость дров на заводах Уралмета в шихте за 1927/28 г. р. 30—20.

3. Предполагаемая стоимость кокса в шихте Магнитостроя р. 22—50.
4. Тоже на Кузнецком заводе „ 7—10.
5. Тоже на Керченском заводе „ 23—40.
6. Тоже на Криворожском заводе „ 17—93.
7. Стоимость энергетической слагаемой на электродоменном заводе Ангаростроя; электроды—3 р., электроэнергия—9 р., древесный уголь—8 р. 75 к. 20—75.

Итак, по энергетической слагаемой качественных, электрометаллургия на Ангаре решительно конкурирует с древесно-угольным чугуном на Урале.

Стоимость рудной шихты на важнейших заводах СССР

1. Metallургическая шихта (руда, лом, флюсы, шлаки и пр.) на заводах Югостали в 1927/28 г. 15—07.
2. Тоже на заводах Уралмета 16—06.
3. Предполагаемая стоимость на Магнитострое 6—26.
4. Тоже на Кузнецком заводе 19—21.

Если опереться на богатые залежи магнетита в Ангаро-Илимском районе, при сравнительно небольшом расстоянии доставки руды до Иркутска, мы получим достаточно низкую стоимость рудной шихты.

Наконец, для генеральных перспектив, нельзя обойти молчанием вопрос о губчатом железе. Этот материал очень ценен для получения чистой инструментальной стали. Его стоимость находится в прямой зависимости от стоимости энергии. Надо думать, что этот способ найдет себе применение в Ангарских условиях.

Что касается вопроса о рудном сырье, то запасы железных руд Восточносибирского края—огромны, Ангаро-Илимские месторождения дадут массовую качественную магнетитовую руду, замечательную по способности самофлюсоваться. Запасы марганца на острове Ольхоне на Байкале достаточны для намечаемой потребности в ферромарганце. Сосново-Байцкие железистые кварциты представляют природное готовое сырье для ферросилиция (согласно результатов опытной выплавки в Московском институте стали).

Вольфрамит и молибден имеется в необходимых количествах в Забайкалье и на Дальнем Востоке.

Не разведаны пока хромовые руды, имеющиеся в бассейне р. Джиды, но, при небольшой в них потребности и дешевизне электроэнергии, вполне возможна даже доставка концентратов хрома с Урала, допуская, что весь феррохром будет поступать обратно на запад.

Медно-никкелистые руды для феррониккеля есть в низовьях Енисея и на Джиде.

Группа б—металлургия алюминия и магния

Сырьевые возможности В. Сибири по алюминиевому сырью представляются многобещающими. При этом несомненно, что вопрос о сырье для алюминия нужно рассматривать в свете

энергетических предпосылок Ангарской гидравлической и тепловой энергии. В этом отношении следует рассчитывать на модернизацию самого понятия об алюминиевом сырье и поставить прямо вопрос об использовании глин в качестве исходного сырья. Опыты использования каолиновых и огнеупорных глин, залегающих в больших количествах в районе ст. Половина В.-С. жел. дороги, произведенные по нашему поручению НИС'ом алюминия, дают вполне удовлетворительные результаты получения окиси алюминия всеми кислотными способами. Обработка этих глин серокислотным способом, благодаря низкому содержанию железа в исходном продукте, дает стандартно-чистую окись алюминия в отношении нежелательных примесей. В отходе получается активный кремнезем, который представит ценную гидравлическую добавку к стройматериалам.

При обработке азотной кислотой, окись силиция выпадает в виде песка, а азотные соединения алюминия, по обработке раствором аммиака, распадаются на окись алюминия и аммиачную селитру,—два одинаково ценных для промышленности продукта. Использование глин—это повидимому основная дорога для развития алюминиевого производства на Ангаре, позволяющая превратить В. Сибирь в основной район по алюминию в Союзе и в мире, с производством до 250—300 тыс. тонн алюминия в год в генеральной перспективе. Мировая промышленность базируется, при алюминиевом производстве, на первоклассном сырье—лучших бокситах. Наша промышленность пока пытается развиваться на второстепенном сырье—плохие бокситы, нефелины, алуниты, золы углей и пр. Вопрос о сырье одинаково остер для всех районов. Поэтому переход на каолиновые и огнеупорные глины в Ангарском районе законен даже в современной обстановке, не говоря о будущем.

Но есть надежда на получение и других видов алюминиевого сырья на Ангаре. В басс. р. Татарки, низового притока Ангары издавна открыта прекрасная бокситовая галька; в 1933 г. там найдено коренное месторождение бокситов. Теоретические предпосылки позволяют предполагать бокситы в районах Канска и Черемхово. Далее, институт прикладной минералогии выдвигает кианиты, встречающиеся попутно со слюдяными месторождениями в В. Сибири, на севере Байкала и в В. Саянах. Наконец, еще не закончены исследования алунито-подобных месторождений в районе р. Оки, так как опыты извлечения окиси алюминия, давшие отрицательные результаты, оказались неправильно поставленными. В Минусинском районе отмечаются нефелины.

Сосредоточение производства алюминия на Ангаре, при одинаковых с другими районами сырьевых предпосылках, обещает экономию, благодаря разнице в стоимости тока до 70—80 млн. руб. в год, при программе в 250 тыс. тонн алюминия.

Максимальные же расходы по перевозке готовой продукции составят не больше 8—12 млн. руб. в год. Т. о., налицо огромная экономия, позволяющая пойти за ее счет на достаточно сложные способы получения окиси алюминия или на подвоз окиси алю-

миния из отдаленных районов. Мы считаем, поэтому, что производство алюминия — одно из основных производств Ангаростроя.

Переходя к проблеме магния, мы должны отметить, что несмотря на благоприятное положение в отношении исходного сырья (массовые залежи калиево-магниевых солей на Урале), технические особенности магния, гл. обр., склонность к коррозии, затрудняют пока перспективы его производства в СССР. При производстве магния оксидным способом есть надежда снизить склонность магния к коррозии, но для этого способа требуется большое количество тока до 60.000 *квт* часов на тонну; при небольшом весе исходного материала (1,7 тонны окиси на тонну магния), возможна перевозка его на большие расстояния к дешевой энергии Ангары и производство здесь оксидного магния. Таким образом, если использование местного сырья (магнезита в долине р. Витима в Братском районе), кстати сказать, пока не изученного, окажется не целесообразным, можно рассчитывать на подвозку окиси магния с Урала.

Дополнительными продуктами, необходимыми для алюминиевой промышленности, являются фтористые соли (криолит) и электроды. По криолиту Ангара находится в наилучших условиях, поскольку плавиковый шпат, нужный для изготовления криолита, находится в Забайкалье и Забайкальские месторождения являются пока основными в Союзе. Производство плавяного криолита — энергоемкий процесс. Он требует 4700 *квт* часов на тонну криолита. Поэтому, вне зависимости от масштабов алюминиевого производства на Ангаре, криолит должен изготавливаться здесь для общесоюзных потребностей. Электродное производство обычных электродов и электродов Содеберга не встретит препятствий, ввиду наличия в крае графита — натурального и смоляного кокса от крекирования смол.

Далее, исключительно энергоемким является производство бериллия — этого легкого металла, получаемого электролизом его из фтористой окиси. Мировое производство бериллия, составляет пока всего 1 *т*. Однако, это в большой мере зависит от огромной энергоемкости (18 млн. *квт* часов). Применение бериллия в сплавах с медью и алюминием представляет весьма большой интерес, почему есть основания думать о развитии этого производства в СССР и, в частности, в районах Ангары. Сырьевые ресурсы по бериллию имеются в Забайкалье.

Нельзя, наконец, не обратить внимания на высокую энергоемкость — до 7000 *квт* часов на тонну промышленности по первичной переработке алюминиевого металла. Это заставляет проектировать в В. Сибири организацию проката алюминия на Ангарской энергии.

Группа в — дветных металлов (полиметаллы)

По природным запасам В.-С. край занимает второе место в СССР, после Алтая, по цинку и третье — по свинцу (Забайкалье). Остановимся поэтому на этих металлах.

При современных условиях расход энергии на выплавку свинца сравнительно не велик. Она требует около 0,5—1,0 *т* кокса и около 300—400 *квт* часов электроэнергии на тонну свинца. Правда, значителен расход на электротермическую переработку шлаков, но это не всегда применяется.

Расход энергии на получении цинка при тепловом (дистиляционном) способе получения составляет 3—6 тонны каменного угля и 700—800 *квт* часов электроэнергии. При редистилляции цинка в электропечах расходуется 1000—1200 *квт* часов на тонну; при электролитном способе расход угля составляет около 0,5 *т* и электролиз требует до 4500 *квт* часов электроэнергии.

Выше указывалось, что повышение электроемкости до 4—5 тыс. *квт* часов на тонну приводит к бесспорной ориентации производства на Ангарскую энергию. Поэтому, цинковое производство можно считать бесспорно тяготеющим к Ангаре при подвозе транспортабельных концентратов цинковых руд Нерчинского района, а это связано с организацией здесь же и свинцового завода, так как технологически металлургия свинца и цинка связана друг с другом.

Что касается медного производства, то оно пока не имеет твердой базы в районах Ангары, хотя в тоже время есть определенные указания на большие возможности в этом отношении районов, лежащих между р. Енисеем и р. Леной. Проблемы медистых песчаников вблизи Киренска и проблема коренных месторождений меди в бассейне Уды и на правобережье Ангары требуют внимания. Гидрометаллургический способ извлечения меди — несомненно электроемкое производство — 3500 *квт* часов на тонну. При пирометаллургическом, из общего расхода в 2000 *квт* часов, основной расход падает на распыленные по месторождениям обогатительные фабрики, что не благоприятствует получению надлежającego эффекта от снабжения из централизованных источников дешевой тока. Проблема меди не будет решающей для Ангаростроя.

Группа г — малых металлов

Из этой группы значительный интерес представляет кальций и натрий, первый требует 45—50.000 *квт* часов на тонну, а второй — 11—15.000 *квт* часов. Если говорить о производстве этих металлов в больших количествах, то имеет смысл их ставить только на энергии Ангары.

Промышленное потребление натрия очень обширно. Прежде всего, он применяется для восстановления редких металлов, титан, уран, цирконий из галлоидных соединений этих металлов.

Основными потребителями натрия можно считать: производство перекиси натрия для беления тканей и получения кислорода для подводных лодок и противогазов, производство амида, натрия для органических синтезов, получение амида, натрия и свинца; заменяющего гремучую ртуть, получение цианистых соединений для извлечения золота и серебра, при синтезе ка-

учука, красок и пр. Мировое производство натрия в 1927 г.— 25 тыс. тонн.

Чрезвычайно интересно применение металлического кальция для получения гидрида кальция, который дает при смешивании с водой относительно огромное количество водорода. Это позволяет децентрализовать получение водорода на мелких установках.

Если предвидеть широкое распространение гидрогенизаций растительных (например: льняного, конопляного, подсолнечного и бобового) и животных масел (например, рыбий жир), для получения твердых жиров для питания и для техники, причем гидрогенизационные заводы разбросить по с.-х. периферии в виде мелких заводов, то легкость получения водорода из гидрида усиливает интерес к металлическому кальцию. Это же относится к станциям для наполнения водородом дирижабли. Наконец, возможно широкое применение металлического кальция при рафинировке металлов.

Группа д—карборунд, электрографит, электрокорунд

Геологические предпосылки не дают основания рассчитывать на открытие больших количеств природных абразивных материалов типа корунда. Поэтому, неизбежно развитие производства искусственного электрокорунда и карборунда.

В части производства карборунда необходима постройка на Ангарской энергии таких установок, которые pokryли бы потребность заводов Восточной группы районов СССР и дали бы часть продукции на запад. По данным заграничного опыта существует соотношение: на 1 млн. *т* чугуна требуется 1850 *т* абразивов (карборунда и электрокорунда). При масштабе производства в СССР, в перспективе, 30 млн. *т* чугуна, нужно т. о. 55 тыс. тонн абразивов; из них около 17 тыс. *т* карборунда. При расходе энергии в 8—12000 *квт* часов на тонну большая часть последнего, в количестве до 10 тыс. *т* может быть передана с выгодой для Союза на энергию Ангарских установок. Относительно небольшая энергоемкость электрокорунда (1500—3500 *квт* часов) не дает решительных преимуществ в пользу Ангары и здесь можно намечать не более 10 тыс. *т* на покрытие потребностей Сибири.

В отношении электрографита вопрос должен решаться при наличии дешевого тока и природного графита в скрытокристаллической форме (Туруханского на Енисее), в пользу электрической рафинировки последнего в объеме 10—20 тыс. тонн для третьего, четвертого пятилетия.

Группа е—электротермические производства

Карбид кальция будет иметь для Ангарской проблемы огромное значение. Это, прежде всего, метод перевода угля в ацетилен, который явится исходным сырьем для промышленности каучука, получения спиртов и жидкого топлива, кроме того,

карбид кальция послужит источником получения ацетилена для автогенной сварки. Наличие дешевого угольного кокса, антрацитов Тунгусского бассейна и хороших чистых известняков в районе оз. Байкала и др. позволяет, повидимому, дать этому делу громадный размах. Энергоемкость — 3.900 *квт* часов на тонну. Сочетание качества сырья с исключительной энергоемкостью проц-ссов дальнейшего передела ацетилена обеспечивает первое место Ангары в Союзе, не считая расхода ацетилена для автогенной сварки, который будет ограничен пределами спроса Сибири и ДВК.

Производство цианамиды продолжает совершенствоваться и в мировой промышленности азота, доля участия цианамиды, среди других методов его получения, — повышается. Расход энергии в настоящее время снижен до 10.000 *квт* часов. Несомненно, что известное количество цианамиды придется ставить в районах Ангары для целей удобрений и для целей получения цианистых соединений для золотопромышленности. Последнее производство намечается на энергии первоочередных установок Ангаростроя в Усолье.

Подходящего сырья для электровозгонки фосфора пока в В. Сибири не найдено. Тем не менее упускать это для перспектив не следует, так как более детальные исследования могут дать необходимую для этого базу.

Группа ж—электролиз воды

Получение водорода электролизом воды представляет большой интерес для перспектив развития Ангарского хозяйства. Он будет требоваться для разнообразных нужд. Первое — производство аммиака для азотистых соединений второе — использование его для нужд гидрогенизационных процессов — гидрирования углей, растительных масел и т. п.

В условиях Ангары будут существовать разные методы получения водорода, так как не только гидроэнергетическая база района исключительна по стоимостям и массовости тока, но налицо также большое количество угля, богатого летучими веществами; и предвидится большое разнообразие химических процессов по переработке углей, при которых возможно получение водорода. При средней цене электроэнергии на Ангаре в 0,36 коп. за *квт* час себестоимость 1000 куб. м водорода будет составлять 70 р. 40 к. или 7,04 коп. за 1 куб. метр. Безубыточная себестоимость водорода (без % на капитал на электроэнергию) будет составлять 55 р. 26 к. за 1000 куб. метров.

Группа з—азотистые соединения

Производство азотистых соединений на энергии Ангарских установок целесообразно в силу дешевизны тока и наличие угольных залежей, дающих сочетание условий для производства азота различными способами. Основное производство азотистых соединений надо намечать через синтез аммиака, как более экономичный среди других предложенных способов.

По данным фирмы Дюпон наиболее экономичным масштабом для аммиачного завода следует признать завод мощностью в 300000 тонн аммиака в год, для чего требуется получение водорода в объеме 36000 тонн или 435 млн. куб. метров в год.

Для этого, при электролитном способе получения водорода нужно израсходовать электроэнергию 2175×10^6 *квт* часа (по системе Бамаг); по данным опытных установок, при работе под давлением расход энергии снижается до 1552×10^6 *квт* часа.

Сумма затрат на электролитический водород, при этом, будет составлять в Ангарских условиях от 30,6 до 24 млн. руб. в зависимости от метода подсчета себестоимости тока (с % на капитал и без них), с перспективой снижения, при переходе на работу под давлением, до 28,2 и 23,4, млн. руб. соответственно. При получении водорода методом улавливания из газов коксования, можно получить на каждую тонну угля 135 куб. м водорода и еще 200 куб. м путем конверсии метана, а всего 335 куб. м или 0,04 тонны. Для получения 36000 т водорода нужно, следовательно, скоковать до 1 млн. т угля. При отказе от конверсии метана будет необходимо скоковать 2,5 млн. т угля.

При конверсионном методе (Боша) на одну тонну водорода расходуется 0,235 т кокса или 0,31 т угля. Следовательно, при конверсии надо скоковать:

$$36.000 \times 0,31 = 11.500 \text{ т угля.}$$

Сравнительную себестоимость 1 тонны аммиака в Ангарских условиях можно считать для разных методов:

- 1) электролиз — от 80 до 60 руб. золотом;
- 2) коксовый газ — около 90 руб. золотом;
- 3) конверсия — около 75 руб. золотом.

Таким образом, учитывая что значительное влияние в расчетах имеют условные методы расценки, можно полагать, что все три способа имеют по ценностному сравнению одинаковое право на существование в Ангарских условиях.

Расход электроэнергии для азотистых производств, если считать потребление энергии по всем процессам, от получения водорода до готового тука, будет следующим (*квт* часы на 1 тонну).

	Через элек- тролиз во- дорода	Через глу- бокое кокс. газов.	Через кон- версионный метод
а) аммиак	8400	2700	600 — 1000
б) азотная кислота	3200	1300	550 — 700
в) аммиачная селитра	4500	1800	800 — 900
г) сульфат аммония	2100	620	150 — 250

Из этого обзора можно видеть, что азотистые соединения, получаемые на Ангаре, могут, в связи с относительно малой

энергоемкостью на тонну готовой продукции, получить относительно ограниченное применение в границах, гл. образом, Северо-Азиатских частей Союза. При этом выгоднее применять перевозку аммиака, чем готовых туков. Иное положение будет если применять производство концентрированного вида удобрений — мочевины, требующей дешевой энергии.

Именно на это в перспективе должны будут ориентироваться химкомбинаты Ангаростроя.

Группа и — искусственное жидкое топливо

Получение жидкого топлива из угля может идти по трем путям: перегонка углей при низкой температуре с применением крекинга смол, бергинизация и получение жидкого топлива через газы. Потребность в электроэнергии при указанных трех способах на тонну жидкого топлива составит соответственно 120,3000 и 11000 *квт* часов. Наибольший интерес представляет получение его через газы, позволяющие весь уголь перевести в жидкое топливо. Так как добыча угля представляет трудоемкий процесс, то этот способ будет сильно экономить труд.

Уголь в твердом виде может быть переведен в газообразное состояние разными способами: через карбид кальция и ацетилен, через коксование и полукоксование, через получение водяного и генераторного газа и т. д.

На получение 1 куб. метра ацетилена через карбид-кальция, требуется 11 *квт*/часов электроэнергии. Такое же количество энергии требуется и при получении ацетилена путем крекинга метана. Полезное использование энергии при карбидном производстве составляет около 98%. При оформлении процесса в крупном промышленном масштабе возможна рекуперация части затраченной энергии.

Переход от ацетилена к жидкому топливу возможен или через изготовление спиртов, или через получение нефтеподобных продуктов.

Теплотворные способности жидких топлив

Спирты	Углеводороды	Твердое топливо
Метиловый 5030	Петан . . . 11.600	Битуминозный уг. 8000
Этиловый 7400	Гексан . . . 11.600	Кокс 7310
Пропиловый 8310	Сиктан . . . 11.500	Чистый аморфный
Изобутиловый . . . 8900	Бензол . . . 10.300	Углерод 8040

Стоимость бензинов, получаемых через ацетилен, будет (в условиях стоимости энергии на Ангаре) порядка 200—300 руб. за тонну с возможностями снижения.

Возможен также синтез этилового спирта через гидратацию ацетилена в укусный альдегид и восстановление его в спирт. Использование метилового спирта в качестве жидкого топлива вряд ли рационально, так как теплотворная способность его вдвое ниже против бензинов. Возможна 25% примесь метило-

вого спирта, к авто-бензинам. Не исключается возможность получения высших спиртов.

На жидкое топливо можно также переработать смеси газов разного вида, получающиеся при коксовании и полукоксовании, а также водяной и генераторный газы.

Вторым методом перевода угля в жидкое топливо является „бергинизация“. Существо этого процесса сводится к воздействию водорода на уголь или на смолу под давлением в 200 атмосфер, при температуре в 450—460°. Выхода жидких продуктов при бергинизации колеблются в разных пределах в зависимости от сорта угля. По Бергиусу 1 тонна сухого газопламенного угля с 6% золы дает 0,150 *m* очищенного бензина, 0,200 *m* масла для дизелей, 0,060 *m* смазочного масла, 0,080 *m* тяжелого нефтетоплива и 0,030 *m* потерь при дистилляции и очистке, т.-е. всего около 50% полезных продуктов от веса угля. При бергинизации приходится считаться с большим количеством водорода, расходуемого на процесс. Поэтому, условием дешевизны этого способа является дешевизна водорода, что требует наличия дешевого тока. Средний % поглощения водорода при бергинизации углей и смол надо принимать в 6—7% по весу.

Себестоимость жидкого топлива по методу Бергиуса, для условий Ангары, при средней стоимости энергии—0,36 коп. за киловаттчас и водорода—в 7 к. за 1 куб. м, можно подсчитать следующей:

Завод, перерабатывающий 30.000 *m* угля в год может дать:

- 1) бензина 4.200 *m* по 150 руб. *m*;
- 2) тяжелых фракций жидкого топлива — 10.800 *m* по 60 руб. *m*;
- 3) полукокса—8.100 *m* по 5 руб. *m*;
- 4) газов—6.300 *m* по 60 руб. *m*;

Таким образом, жидкое топливо, получающееся при бергинизации, может явиться выгодным в условиях дешевого тока.

Наконец, третье направление—это получение жидкого топлива через полукоксование. Изучение проблемы полукоксования углей Черемховского бассейна, дает следующую картину: Т. н. „главный“ пласт по своей мощности и качествам более или менее однороден. Он дает в лабораторных условиях 10—12% смолы. В отношении „зумпфового“ пласта однородности не наблюдается. Выход смолы здесь колеблется от 14 до 20% в пересчете на беззольный уголь или 10—13%—на товарный уголь. Забитуйский уголь дает, по анализу проф. Стадникова до 16% смолы. Поэтому он является более интересным для полукоксования. Выхода смол из Зоринских сапропелевых углей колеблются от 16 до 30%.

Разработка вопроса о рентабельности углеперегонки дает возможность к настоящему времени дать такие выводы:

1. Предстоит еще преодолеть ряд трудностей конструктивного порядка, чтобы можно было перейти от небольших установок, имеющих в практике запада, на масштабы полукоксования намечающиеся у нас. Себестоимость продукции, получающаяся при

современных проектировках, более высокая, чем то, на что можно рассчитывать в будущем.

2. Углеперегонка может быть сделана рентабельной, если ее ставить в комплексе с другими формами использования продуктов полукоксования: разные формы использования полукокса для топливных и химических целей, использование фенолов для пластмасс, использование тяжелых масел для гидрирования их, использование газов для химии и для квалифицированных топливных целей.

Калькуляция продукции для предварительного проекта опытного (на 100 тыс. тонн угля) завода в Черемхове приводит, по лабораторным данным, к стоимости очищенного бензина—165—225 руб. и керосина—182—220 руб. для Зоринских и Черемховских углей.

Основной причиной дороговизны продукции является дороговизна первичной смолы. Заграничная практика позволяет рассчитывать на снижение ее примерно вдвое. Кроме того ясно, что швельгаз, содержащий 17,3% водорода, 21% метана и 27% этана, представляет ценнейшее сырье для синтетической химии и может быть соответственно использован. В связи с этим можно ориентировочно считать, что в Ангарских условиях стоимость бензина и керосина будет 150 и 80 руб. соответственно.

Общий вывод по проблеме жидкого топлива таков: В условиях Ангарского комплекса все три способа могут найти себе применение. Ввиду пионерного характера работы над проблемой, надо предвидеть необходимость опытного периода, когда в одном месте, допустим в Черемховском бассейне, будут поставлены в небольших относительно масштабах все три способа, комбинируемо использующих угольное сырье для переработки его в жидкое топливо.

Группа к—каучук

В настоящее время имеется ряд способов получения каучука из угольного сырья через газы. Особо интересным является способ через ацетилен. Но нужно сказать, что в условиях Ангары возможным и выгодным является любой способ. Только здесь мы имеем массовую и дешевую энергию, необходимую для крупной постановки этого дела.

Практикующиеся в настоящее время пути получения каучука через картофельный спирт должны уступить свое место получению каучука из нефти и угля. Приводим следующее мнение проф. А. Ф. Добрянского в работе „Нефть, как источник химического сырья“. „Ценой большого физического труда с одного гектара земли можно снять 15 *m* картофеля со средним содержанием 4 *m* крахмала, что соответствует 2,8 *m* спирта. При этом у земли отнимается в среднем 6,5 кг азота, 10 кг калийных солей, 2,8 кг фосфорной кислоты и до 5 кг других элементов почвы, необходимых для вегетативных процессов“.

Не предпринимая окончательного выбора метода переработки ацетилена, дадим характеристику процесса по немецкому способу.

через уксусную кислоту. Этот процесс протекает следующими этапами: карбид кальция — ацетилен — уксусный альдегид — уксусная кислота — уксусно-кислый кальций — ацетон — пинакон — динзопренилен — каучук. Все процессы требуют около 50 тыс. *квт/час* электроэнергии на 1 тонну каучука. Новейшие данные говорят, что хлоропреновый метод получения синтетического каучука уменьшает расход энергии до 35 тыс. *квтч* на тонну каучука. Этот вид энергоемкой продукции — один из наиболее бесспорных для постановки на Ангаре.

Группа л — пластмассы

За последние девять лет перед мировым экономическим кризисом (1929 г.) мировая выработка пластмасс и искусственных смол увеличилась до 400 тыс. *т* на валовую сумму стоимости миллиард рублей (рост в 14 раз). Применение пластмасс все время растет, вытесняя в ряде случаев металлы, фарфор, каучук, кожу, янтарь, слоновую кость и др. материалы.

При удельном весе 1,2 — 1,5, пластмассы обладают прочностью металлов при одинаковом объеме. Одна тонна пластмасс в состоянии заменить 6 *т* латуни и 2 *т* алюминия. При существующем соотношении стоимостей, пластмассы могут, в ряде случаев, конкурировать с алюминием и латунью, как более дешевые, при равной прочности. Это тем более становится ясным, если указать на меньшие капиталовложения в заводы пластмасс, чем в заводы алюминия и латуни. Кроме того, затрата рабочего времени на обработку пластмасс меньше, чем на металлические изделия.

Главными источниками сырья, применяемого в промышленности пластмасс в В. Сибири, являются продукты коксования и полукоксования, продукты сухой переработки древесины и пневого осмола, химическая обработка целлюлозы, отходы бумажного производства, органические синтетические соединения и получаемые из них: метанол, другие спирты, ацетилен из карбида кальция, мочевины, кроме того, отходы по переработке животного сырья — казеин, сухая кровь и т. д.

Производство основного сырья для пластмасс, требующее большого количества энергии, при значительном весе исходных продуктов, правильнее всего располагать в пунктах сосредоточения дешевой энергии угольного и древесного сырья. Этим условием удовлетворяет большинство установок Ангаростроя. Очевидно, что эта группа займет выдающееся место в промышленности Ангаростроя.

Группа м — анило-красочная промышленность

Анило-красочная промышленность в настоящее время понимается гораздо более широко, по сравнению со своим названием. Она является базой для очень многих отраслей органического синтеза, в большинстве случаев, требующего дешевого тока. Упомянутые выше пластические вещества требуют в ряде случаев сырья, получаемого от этого отдела химии: фенол, фталиевый

ангидрид и т. д. Сюда же относятся разные ускорители для вулканизации древесины: дифенил-гуанидин, дитоллил-гуанидин, тиурам, неозон и др. многочисленные флотационные реагенты: анилин, ксилидин и т. д.; искусственные дубители типа синтанов, медицинские вещества: салициловая кислота, аспирин, резорцинол, пирамидон, антипирин и т. д.; парфюмерные, душистые и вкусовые вещества: сахарин, ванилин, кумарин и т. д.; фотографические вещества: метол, гидрохинон, амидол и т. д. Несомненно дальнейшее расширение этого перечня при разработке вопроса в деталях.

Группа н — хлор и его производные

Обращаясь к группе хлора необходимо отметить следующий нисходящий ряд продуктов хлора, считая по электроемкости: хлорат натрия — 9000 *квт* часов на тонну, хлорат калия — 8000, перхлорат натрия — 6500, хлоргаз — до 3500 *квт* часов.

Высокая электроемкость хлора и его производных и наличие местного сырья (каменная соль Усоля), побуждает считать Ангарский район выгодным для создания крупной хлорной промышленности. Основными продуктами для Ангарских условий может быть — жидкий хлор, каустин, хлораты калия и натрия, синтетическая соляная кислота, трихлоратилен (растворитель), хлоропрен (для каучука), хлористый аммоний (катализатор), этилен-гликоль (противозамерзающее средство) и т. д.

Группа о — продукты использования древесины

При программе заготовки в В. Сибирском крае в 80 млн. *куб.м* деловой древесины, на которую приходится ориентироваться, на период генплана, будем иметь не менее 120—150 млн. *куб.м* отходов вследствие перестойности или фаутности пород. Это настолько огромная величина, что неизбежен переход на комбинированное использование древесины не только на строительных, но и на иные цели. Труд, затраченный на лесозаготовку, должен быть полностью использован для полезных целей.

Переходя к вопросу об энергоемкости древоперерабатывающей промышленности приведем следующую таблицу (см. табл. 7 на стр. 168).

Как видно из обзора, древесная продукция значительно менее энергоемка, чем ранее приводившиеся примеры. В то же время большое количество собственных отходов, могущих быть использованными для тепловых целей и электрификации, побуждают считать, что проблема лесов в Ангарских условиях должна решаться для большинства производств независимо от гидроустановок дешевого типа. Иначе обстоит дело с дальнейшей переработкой древесины и получением вязкого и ацетатного шелка. Последние производства настолько энергоемки, что прямым образом будут связаны с гидроустановками Ангары; в таком же положении будет и производство древесного сахара, а также синтетическая химия, на отходах углежжения.

Таблица 7

Производства	Расход энергии на 1 тонну	
	Электр. <i>квт</i> часов	Тепловой <i>кг</i> пара
Сульфитная целлюлоза	300	5000
Сульфатная целлюлоза	330	3700
Механич. древесн. масса	1200	800
Бурая древесн. масса	1200	1200
Бумага разная	800	4000
Картон и папка	600	2000
Мешки вместим. 40-80 <i>кг</i>	30	600
Целлот	1400	600
Древесный сахар	7400	1200
Прессованный уголь	220	1650
Древесная мука	360	500
Пиломатериалы на 1000 <i>куб. м</i>	7500	350000
Месонит на 1000 <i>кв. м</i>	2700	6300

Группа п—керамические производства

Керамическая промышленность является весьма теплоемкой и относительно мало электроемкой. Только в некоторых областях керамики мы имеем значительную потребность в электроэнергии: портланд—цемент требует от 1500 до 2060 калорий на 1 *кг* продукции, или на 1 тонну продукции от 0,214 до 0,294 тонны условного топлива; на шлако-портланд—цемент требуется около 0,1 *т* условн. топлива. Расход электроэнергии 97—102 *квт* час. на тонну; глиноземистый цемент требует 0,25 *т* топлива и от 700 до 2500 *квт* часов энергии; кирпичное производство—0,06 *т* условн. топлива на обжиг и 70 *квт* час. электроэнергии; динас—0,3—0,5 *т* условного топлива и 50—60 *квт* часов энергии; магнезитовый кирпич—0,61 *т* топлива и 70 *квт* часов энергии; хозяйственный и санитарный фарфор от 1,7 до 5,2 *т* условного топлива и 270—980 *квт* час. электроэнергии; стекло—расход тепла листовое—до 2 *т*, сортовое—до 2,3 *т*, бутылочное—до 1,3 *т*, зеркальное—до 2,5 *т* при расходе электроэнергии от 72 до 140 *квт* час на тонну.

При наличии в соседних областях Сибири тепловой энергии по достаточно низким ценам, можно считать, что керамическая промышленность общеизвестного типа в Ангарском районе не имеет шансов на облуживание общесоюзного хозяйства; даже в отношении сибирских районов будут известные ограничения.

Только наличие первоклассного сырья—кварцевых песков, каолинов и огнеупорных глин—будет решать вопрос в пользу

Ангарского района для глиноземистого цемента, огнеупорных изделий, фарфоровых изделий и стекла для всех Сибирских районов.

Одновременно с этим, новейшие производства, типа энергоемких, быстросхватывающихся цементов, будут бесспорно нужны для всего Союза.

Особое место, в случае перехода на электроплавку, будет занимать стекловое производство. Опыт Норвегии, получившей известные достижения в этом деле, должен быть учтен. Значительный интерес представляет также электроплавка траппов с расходом 1000 *квт* час. электроэнергии на 1 тонну. Трапповое литье может получить в будущем чрезвычайно широкое распространение (изоляторы высоковольтные и телеграфные, кислотоупорная посуда, фасонные каменные изделия и др.), тем более, что Сибирские траппы (ангариты), по заключению специалиста проф. Гинзберга, значительно лучше для литья, чем диабазы, базальты, габбро и др.

5. Генеральная перспектива Ангаростроя

Выше уже отмечалась доминирующая позиция Восточных районов Союза ССР в отношении запасов полезных ископаемых, водной энергии, каменного угля, лесных массивов и т. д. в общем Союзном балансе.

Успехи индустриализации Страны советов, превращение ее из отсталой в передовую, остро поставили вопрос о районировании новой промышленности, и в настоящее время преобразенный Урал и вновь созданная промышленность Западной Сибири, Казакстана, Средней Азии и т. д. приобрели несоизмеримый с прошлым удельный вес в Союзной промышленности.

Общая композиция условий всех „новых“ промышленных районов СССР такова, что крупномасштабная социалистическая индустрия, создается по экономическим и политическим признакам именно в новых районах. Там мы встречаемся и с большей количественно концентрацией сырья, качественно лучшим сырьем, неисчерпаемыми запасами энергии и, наконец, условиями, вполне приемлемыми для освоения этих районов. Вместе с тем общая для страны далеко недостаточная разведанность нашей территории, значительно большую вероятность сулит крупным открытиям именно в новых районах, и не только по их неизведанности, но и по общим геологическим предпосылкам.

Акад. А. Е. Ферсман¹, пытаясь дать перспективный прогноз больших скоплений и сочетаний полезных ископаемых с точки зрения геохимии, исходя из теоретических предпосылок, выделяет следующие 8 главнейших геохимических узлов:

- 1) Кольский.
- 2) Донецко-Криворожский.

¹ Перспектива распространения полезных ископаемых на территории Союза. Л. 1932 г.

- 3) Среднеазиатский.
- 4) Урало-Иртышский.
- 5) Минусинско-Кузнецкий.
- 6) Южно Забайкальский с Прибайкальем (Ангарский центр).
- 7) Уральский.
- 8) Закавказский.

Из этих районов довоенная промышленность освоила лишь Донецко-Криворожский и частично Урал, т.е. районы непосредственно прилегающие к основным скоплениям населения. Рассеянные по периферии Союза и обещающие гигантские перспективы новые „узлы“, осваиваемые Советской индустрией, постепенно будут концентрировать население вокруг себя. Однако, этот процесс, трудный и длительный, неизбежно распределится на ряде лет. Новые районы, являясь форпостами страны социалистической индустрии на окраинах, и позволяя осуществлять основную линию партии и правительства по укреплению отсталых районов, вместе с тем призваны обслуживать систему народного хозяйства страны в целом.

Очевидно, что необходима какая-то специализация новых районов и кооперирование их со старыми промышленными районами. Не менее необходимым явится и экономическое сближение отдаленных от потребляющих центров районов с последними, т.е. создание электрифицированных железнодорожных сверхмагистралей, для массовой дешевой и быстрой перевозки товарной продукции отдаленных районов к центру и обратно.

В отношении района размещения комбинатов Ангаростроя мы имеем все основания рассчитывать на создание к моменту их полного развития сквозной сверхмагистрали с электрифицированным движением Москва-Тихий океан, пересекающей район в самом центре (Братск). Электрификация Западной части этой линии предрешена в связи с развитием Урало-Кузбасса, а развитие Ангаростроя и Дальнего Востока заставит, конечно, распространить электрифицированное движение на всю линию.

Введение электрификации и сверхмагистральной железной дорожной связи района комбинатов Ангаростроя с западом и востоком, означает резкое изменение положения этого района по отношению к потребляющим его продукцию районам СССР. Если при условиях, принятых нами выше, для 2-го пятилетия мы считали стоимость, перевозки 1 т груза до Москвы в 50 руб. и время перевозки (при коммерческой скорости движения 16,7 км в час) 12,5 суток, то при сверхмагистрали с электрической тягой стоимость этой перевозки упадет до 20 руб. (себестоимость 1 т км—0,4 коп.) и время перевозки сократится до 6 суток (коммерческая скорость 35 км в час), иначе говоря расстояние 5000 км будет равнозначущим с расстоянием 1700 км при теперешнем железнодорожном соединении.

Это обстоятельство позволит понизить требование к энергоемкости производств, развиваемых на Ангарской энергии и следовательно расширить их круг. Но, конечно, не только это повлияет на отбор производств.

Использование Ангарской энергии вызывает к активному участию в народном хозяйстве СССР новый район. Этот район в настоящее время заселен весьма слабо, или, точнее, включает в себя лишь очень небольшие территории с достаточно густым населением, а главная его площадь представляет собою почти девственную тайгу. Заселение тайги сопряжено с трудностями, сельскохозяйственному населению приходится вести с ней упорную борьбу, отвоевывая у нее земли.

Поэтому интенсивное заселение района будет встречать трудности, и тем успешнее сможет развиваться район, чем меньшее количество населения по условиям производства в нем будет необходимо размещать. Отсюда возникает второе требование к тем же энергоемким производствам, организуемым на Ангарской энергии,—их наименьшая возможная трудоемкость. Чем выше возможность механизации производства, чем больший удельный расход энергии оно вызывает, тем больше оснований базировать его на массовый дешевый ток, в изобилии имеющийся на Ангаре, тем проще будет решаться проблема обеспечения его рабочими кадрами, тем более упростится и проблема питания возникающих заводских центров.

Перейдем к вопросу об отборе производств для Ангарского гидравлического тока.

Все крупнейшие гидростанции Ангарской системы, т.е. шесть гидроустановок на р. Ангаре и установки на притоках— рр. Селенге, Иркуте и Тасеевой, можно разбить на четыре группы.

К первой группе может быть отнесена Байкальская и Бархатовская установки на Ангаре и Култукская на Иркуте, лежащие в Прибайкальском районе. Суммарная установленная мощность этих станций составит 1.650 тыс. квт, годовая отдача—10,68 млрд. квч.

Вторая группа—гидроустановки „Большого Ангаростроя“— Братская и Шаманская, располагаемые в Ангаро-Илимском районе. Суммарная мощность этих двух установок, расположенных в 200 км одна от другой, достигнет 4500 тыс. квт с годовой отдачей первичного тока—30,82 млрд. квч.

Третья группа—гидроустановки Нижней Ангары—Кежемская и Богучанская и Тасеевская установка на р. Уде-Тасеевой. Суммарная мощность этих трех станций выражается в 3.500 тыс. квт с отдачей—24,4 млрд. квч.

Наконец, к четвертой группе мы относим Кибалинскую установку на р. Селенге, лежащую на восток от Байкала, в расстоянии около 500 км от Иркутска.

Совершенно недостаточное познание сырьевых ресурсов не позволит пока сколько-нибудь обоснованно намечать размещение тока гидроустановок третьей и четвертой групп. Поэтому, мы вынуждены оставить их без рассмотрения, тем более, что их осуществление по разным соображениям относится к дальней очереди.

Прибайкальский и Ангаро-Илимский районы, обладающие основными запасами дешевого гидравлического тока (57%), в решении Ангарской проблемы являются определяющими. Здесь

проблема сырья может считаться более ясной и даст возможность гипотетически наметить пути использования гидроэнергии в суммарном объеме 41,5 млрд. квч в год., правда, в самых общих и пока бездоказательных формах:

1. Metallургия черных металлов строится на базе магнетитовых руд Ангаро-Илимского района и кварцитов Соснового Байца, на марганцевых рудах Ольхона и забайкальских месторождениях вольфрама, молибдена и т. п. Концентрируется она в двух районах—Прибайкальском, развивающимся по линии производства электродоменного чугуна на древесном угле и электрорафинировке привозного чугуна, а также по производству ферросплавов, и Братском, где можно наметить выплавку обычного доменного металла на коксе, получаемом из Тунгусских углей и получение губчатого железа, как исходного полупродукта для производств качественных и сортовых сталей.

Расход энергии по разделу черной металлургии намечается:

в Прибайкальском районе	до 2,0 млрд. квч.
в Ангаро-Илимском	„ до 3,0 „ „
<hr/>	
Всего	до 5,0 млрд. квч.

2. Metallургия цветных металлов охватит производство алюминия, которое может быть поставлено в массовом масштабе, ибо по качеству энергии источников, равных Большому Ангарострою, в СССР нет. (Сырьем для изготовления окиси алюминия считаем сейчас каолиновые глины района Черемхово). Вместе с тем, вполне целесообразно ставить производство криолита для общесоюзных запросов на плавиковом шпате Забайкалья, производство графитных и смоляных электродов, а также прокат алюминия. Главная масса алюминия до 250 тыс. тонн. будет тяготеть к установкам Ангаро-Илимского района. В Прибайкальском районе электролиз алюминия намечается в объеме 50 тыс. т. Изготовление окиси алюминия осуществляется на месторождениях глины. Расход энергии по всем производствам раздела алюминиевой промышленности намечается:

в Прибайкальском районе	до 1,0 млрд. квч.
в Ангаро-Илимском районе	до 8,0 „ „
<hr/>	
Всего	до 9,0 млрд. квч.

Производство цинка, свинца, магния, бериллия и, наконец, кальция и натрия мыслится в относительно небольших масштабах. Концентрируется в основном в Прибайкальском районе—расход энергии на эти металлы намечается в Прибайкальском районе до 0,5 млрд. квч.

3. Производство синтетических органиков из углей Черемховского и Тунгусского бассейнов и древесины—каучук, пластмассы, красителя, лекарственные вещества, тонические и вкусовые веще-

ства, гидролиз древесины и т. д., развивается в обоих районах. Расход энергии по этому виду производства намечается:

в Прибайкальском районе	до 4,5 млрд. квч.
в Ангаро-Илимском районе	до 8,0 „ „
<hr/>	
Всего	до 12,0 млрд. квч.

4. Производство жидкого топлива, бензино и керосино подобных веществ, синтетической нефти, карбидокальция, ацетилена, спиртов разного состава, сжатого метана и т. п. продуктов переработки углей Черемховского и Тунгусского бассейнов развивается в обоих районах. Расход энергии намечается:

в Прибайкальском районе	до 0,5 млрд. квч.
в Ангаро-Илимском районе	до 2,0 „ „
<hr/>	
Всего	до 2,5 млрд. квч.

5. Азотно-водородистые вещества, синтетический аммиак, азотная кислота, синтетическая мочевины и т. п. эти производства развиваются в обоих районах. Расход энергии намечается:

в Прибайкальском районе	до 1,0 млрд. квч.
в Ангаро-Илимском районе	до 2,0 „ „
<hr/>	
Всего	до 3,0 млрд. квч.

6. Хлорные производства развиваются в Прибайкальском районе на Усольском месторождении каменной соли.

В Ангаро-Илимском районе сырьевые перспективы имеются (соляные источники бассейна Илима), но пока абсолютно не ясны их масштабы.

Расход энергии намечается в Прибайкальском районе до 0,2 млрд. квч.

7. Химическая переработка древесины, целлюлоза, бумага, крафт целлюлоза, вискоза, ацетатный и медистый шелк и т. п. намечаются в обоих районах. Расход энергии намечается:

в Прибайкальском районе	до 0,8 млрд. квч.
в Ангаро-Илимском районе	до 1,7 „ „
<hr/>	
Всего	до 2,0 млрд. квч.

8. Силикатные и алюмосиликатные продукты электротермии—карборунд, электрокорунд, электроплавка стекла, траппов и т. п. в небольшом размере развиваются в Прибайкальском районе, в основном же выносятся в Ангаро-Илимский район. Расход энергии намечается:

в Прибайкальском районе	до 0,5 млрд. квч.
в Ангаро-Илимском районе	до 1,5 „ „
<hr/>	
Всего	до 2,0 млрд. квч.

9. Переработка растительного и животного сырья, гидрогенизация жиров, органические пластмассы и т. п. Расход энергии намечается:

в Прибайкальском районе до 0,1 млрд. квч.

в Ангаро-Илимском районе до 0,3 " "

Всего до 0,4 млрд. квч.

Сводя предложенные цифры, получим следующую специализацию гидроэлектроэнергии указанных районов на энергоемкие производства.

Таблица 8

	Электрометаллургия	Электрохимия	Электротермия	Всего
Прибайкальский район	3,5	6,5	0,5	10,5
Ангаро-Илимский " "	11,0	11,0	1,5	23,5
Всего . . .	14,5	17,5	2,0	34,0

Значительных масс тока потребует также превращение продукции заводов в конечные формы развития машиностроения, предприятия легкой промышленности и пр. Мы уже указывали, что необходимым явится развитие тепловых станций, которые в основном и примут на себя эту нагрузку.

При указанном распределении электроэнергии пяти гидростанций Ангаростроя, они обеспечат выпуск алюминия до 300 тыс. т и синтетических органиков (каучук и пластмассы) до 300 тыс. т. Так как потребность в продукции этих основных видов энергоемких производств на период Генплана будет, повидимому, значительно превышать указанные количества, мы считаем, что использование Ангарской энергии явится к тому времени безусловно необходимым.

Колоссальные перспективы открывает использование Ангарской гидроэнергии для лесной промышленности района.

Выше указывалось, что потенциальная возможность отпуска древесины оценивается до 160 млн. куб. метр. в год. Там же указывалось, что необходимо организовать комплексное использование древесины, что значительно удешевит продукцию и позволит придать массовость лесозаготовкам. В этом разрезе нами намечены пути использования тех сортов древесины, с которыми мы сталкиваемся на Ангаре, причем каждый сорт находит свое применение. Основное применение сосны на деловой лес очевидно. Ель и пихта представляют исходный материал для получения бумаги, целлюлозы и искусственного волокна. Кедр дает прекрасную древесину для изготовления карандаша. В связи с небольшим распространением в Ангарском бассейне ели и пихты нами поставлена была задача получения целлюлозы и искусственного волокна из кедровой древесины. К настоящему времени эта

задача успешно разрешена работами ЦНИЛИ и т. о. кедровая древесина получит массовое применение для этой цели. Кроме того, кедр получит широкое применение для изготовления деревянной кровельной черепицы т. н. шингла, получившего повсеместное распространение в Америке, где производство шингла достигает 6 млрд. шт. в год. В опытных целях, и для пропаганды нами построена в г. Иркутске шингловая кровля и даже кустарное производство шингла не встретило особых затруднений. Конструкция шингловой кровли значительно уменьшает потребность в лесе по сравнению с распространенной в Сибири тесовой кровлей, давая в то же время больший срок службы и облегчая ремонт. Для шингла найдет применение и лиственница.

Плотность и прочность лиственницы обеспечивают ей в условиях Сибири место дуба и сейчас она находит себе, например, применение в вагостроении. Большое значение лиственница имеет для производства деревянных труб, как исключительно противогнилостный сорт древесины.

Далее встанет вопрос об использовании отходов лесопиления и лесозаготовок (вплоть до хвои) на изготовление всякого рода специальной продукции (строительные детали, мессонит, фибролит и др.) и в лесохимии.

Т. о. может быть организован полный комплекс лесных производств, обеспечивающий использование всех сортов леса, получаемых при сплошных рубках, что, конечно, сильно удешевит лесозаготовки.

Основной курс в реконструкции лесной промышленности района в противовес нынешнему положению должен быть взят на производство в крае на месте законченных изделий из древесины.

Из перечисленных разделов лесной промышленности энергоемкими являясь лишь целлюлозное и вискозное производства. Электрификация лесозаготовок вряд ли сможет представить серьезный интерес. Но освоение края, связанное с созданием крупнейших гидроэлектрических станций, постройка новых железных дорог, прилив населения, наконец, упрощение снабжения лесозаготовок, создадут совершенно отличные от современных условия эксплуатации лесов.

Основными районами сосредоточия лесной промышленности на Ангаре, очевидно, будут районы будущих гидроустановок, близ которых неизбежно пересечение водных магистралей железнодорожными путями, у которых расположатся промышленные и населенные центры, потребляющие древесину, и которые несомненно не пустят, как правило, лес следовать вниз за плотину водою.

Лес очевидно явится одним из наиболее крупных водных грузов. Но транзитное движение леса вниз по всей Ангаре мы представляем мало вероятным. Он будет у гидростанций выходить на берег, на железную дорогу, собираясь с новых лесозаготовительных площадей в следующем бьефе.

Попытка использования наиболее ценных лесов бассейна самой Ангары ведется Севполярлесом в низовьях. Развитие лесозаготовок в Приенисейской части бассейна Ангары даст постройку

Ачинск-Енисейской дороги. Однако зона влияния этой линии на бассейн Ангары ограничена. Леса центральной Ангары, Уды, Ии, Оки, Илима исключительно ценные и обильные, можно будет взять лишь при постройке железнодорожных линий от магистралей к Ангаре. Постройка северной сибирской магистрали (Бам) делает доступными колоссальные лесные пространства верхнего течения Лены и Киренги.

Т. о. основная связь лесной промышленности с электрификацией края мыслится по линии взаимной помощи и увязки, гл. обр., создания транспортных артерий в связи с индустриализацией и обратно—обслуживание лесной промышленностью запросов строительства и текущих нужд производств.

Переходя к вопросам транспортного строительства края в связи с его электрификацией, прежде всего, необходимо оттенить то значение, которое должны будут получить здесь сверхмагистрали. Выше указывались цифры, характеризующие влияние сверхмагистральной связи на экономические связи районов на ней расположенных, хотя бы достаточно удаленных.

Необходимость сближения Тихого океана с центром заставила нас в свое время (1930 г.) выдвинуть вопрос о линии сопрягающей существующий путь, предназначенный для большого транзитного грузопотока. В связи с условиями профиля, представляется необходимой ее электрификация. При недлежащем задании для проекта, эта линия может быть уложена, таким образом, чтобы иметь возможность по развитию ее грузооборота превратить ее в электрифицированную сверхмагистраль.

Весьма удачно трасса этой линии проходит через район „Большого Ангаростроя“ пересекая Ангару в нижнем бьефе Братской установки. От линии этой магистрали несомненно должно будет взято начало направление Якутской магистрали, связывающей Якутскую АССР с железнодорожной сетью Союза и заканчивающееся у Охотского побережья (Эйкан).

Примыкание Ленской ж. д. к существующей линии намечено в районе ст. Тайшет. Восточный участок существующей линии Забайкальская ж. д. в генеральных перспективах может принять основное назначение как соединение сверхмагистрали Москва—Тайшет через Иркутск—Верхнеудинск с центральными районами Восточной Азии, и тоже явится линией исключительного значения.

С этими двумя сверхмагистральными направлениями, в основном широтными, должно быть сопряжено строительство меридиональных направлений для местного грузообмена, весьма значительного по размерам.

К числу таких линий мы относим, прежде всего, линию Куйтун—Пороги—Илим—Тунгусские угли, которая привяжет Ангаро-Илимский район к старым районам края, линию Иркутск—Усть-Кут, линию Ачинск—Енисейск и ряд промежуточных меридиональных линий, дающих соединение Ангары с магистралью, обслуживающих лесную промышленность и позволяющих впоследствии осуществить использование энергии нижних Ангарских

установок. Кроме того, конечно потребуются сеть, обслуживающая соединение сырьевых центров с промышленными (Черемхово-Ольхон, Черемхово-Сосновый Байц и др., ряд линий чисто подъездного назначения и мощное развитие станционных узлов.

Предварительные подсчеты показывают, что загрузка главных линий достигнет 20—30 млн. т, т. к. только продукция энергоемких производств Прибайкальского и Ангаро-Илимского комплексов будет составлять количественно 2 и 5 млн. т соответственно. Остальное дадут перевозки сырья, угля, леса, наконец, с-х. грузы и др. Основные грузопотоки пойдут по направлениям сверхмагистралей, но все линии получают большую загрузку. Промышленные центры, располагаясь у основных сверхмагистралей, получают свои транспортные системы. Больших размеров должны будут достичь перевалочные пункты с воды на рельсы.

Развитие железнодорожной сети должно, конечно, опережать развитие электрификации края. Для вскрытия Ангаро-Илимского района необходима постройка в ближайшие годы или головного участка линии Тайшет-Усть-Кут—Север Байкала или линии Куйтун-Братск.

Загрузка водного транспорта в Ангарском бассейне также получится большой, главным образом, за счет леса. Основная роль по водному транспорту будет принадлежать Ангаре и Байкальскому озеру, транспортное значение которого с соединением его северной оконечности с магистралью несоизмеримо возрастет.

Предварительная работа по оценке грузооборота показывает, что лесной грузооборот по Ангаре будет измеряться миллионами тонн, что потребует мощного оборудования водного транспорта как тяговыми, так и погрузочными средствами. Значительный грузооборот даст также местное грузовое движение (подвозки угля, руды и пр.). Мы полагаем, что ожидать развития большого транзитного движения по Ангаре не следует, гл. обр., вследствие невозможности судоходства по нижней Ангаре в естественных условиях, и отдаленности, во времени, момента ее шлюзования. Повидимому, основные массы грузов будут идти водою лишь в пределах бьефов и только небольшая их часть пойдет через шлюзы.

Роль притоков р. Ангары рисуется, в основном, как лесосплавных путей. Большие уклоны, даже при наличии достаточных глубин, затруднят сколько-нибудь широкое развитие на них взводного судоходства за пределами подпорных кривых.

По проблеме развития сельского хозяйства в настоящее время можно привести лишь самые предварительные соображения. Девственность таежных пространств, распространенность подзолистых почв, суровый, сильно варьирующий по отдельным районам климат, короткий период вегетации, и вместе с этим, исключительно высокая инсоляция и обилие влаги в этот период, наличие, в части территории, подстилающего почвы слоя вечной мерзлоты—факторы, влияющие противоречиво один другому и затрудняющие решение вопроса по каким-то общим установкам.

Земли сельскохозяйственного использования составляют всего около 28 млн. га по всему краю, причем удобные — около 20 млн. га. Площади пашен составляют 4 млн. га, сенокоса — 3,2 млн. га.

В целом ряде районов, главным образом, в Западной части края, почвенные и метеорологические условия обеспечивают устойчивый, год от года, высокий урожай. Товарность зерновых культур по важнейшим зерновым районам превышает не только пшеницу юго-западной Сибири, но и ряд основных товарозерновых районов СССР.

По данным Иркутской опытной с.-х. станции большой эффект показывает введение в почву азотистых удобрений, повышая урожайность на 200 и выше процентов.

Значительное расширение посевной площади в условиях предбайкальской части Вост. Сибири представляется делом трудным и длительным, т. к. земли надо отвоевывать у тайги. Поэтому, интенсификация полеводства представится безусловно необходимой.

В таежных районах большой удельный вес занимают технические культуры. Так, в Нижнеудинском с.-х. районе волокно составляет до 18%, картофель — 16% от общей товарной продукции района.

Повидимому целесообразно эту специализацию таежных районов сохранить и в будущем.

В восточных районах превалирует скотоводство. Развитие скотоводства, по кормам, может иметь очень широкие перспективы во всех районах, но в притаежных районах ему сильно мешает т. н. гнус: т.-е. мошка, комар и лесные мухи (паут и др.), заставляющие скот уходить с пастбища в стойло на весь день. Борьба с мошкой — одна из весьма важных проблем, разрешение которой необходимо для успеха освоения Приангарья, одинаково, впрочем как и др. восточных и северных районов Союза.

В связи с этим нами с 1930 г. была организована специальная работа по изучению биологии мошки, выполнявшаяся Биолого-географическим н.-и. институтом Иркутского университета под руководством проф. В. Ч. Дорогостайского, давшая к концу 1932 г. систематический материал по условиям ее развития. В дальнейшем институт перешел к экспериментальным работам по уничтожению личинок; последнюю работу надо вести значительно более широко и с другими средствами, чем располагает институт. Выяснилось все же, что борьба с гнусом возможна и совокупность мероприятий, сопряженных с электрификацией края, позволит если не полностью изжить, то локализовать влияние гнуса на освоение притаежных районов.

Поэтому, мы считаем возможным значительно более широкое внедрение скотоводства молочно-мясного и мясного уклонов в Приангарских районах в генеральных перспективах, чем то можно мыслить себе сейчас.

Создание больших концентраций населения в промышленных центрах, рудниках и т. д. ставит вопрос о развитии пригород-

ного типа хозяйств в соседстве с ними. Поскольку основные сосредоточия промышленности намечаются (по крайней мере для первой очереди строительства) в наиболее освоенных районах, с общей физиономией сельского хозяйства, отвечающей в принципе и будущим запросам, при высокой структуре капиталовложений, развитие с.-х. этих районов в нужном уклоне вполне возможно. Для освоения Ангаро-Илимского района эта проблема является весьма сложной и в свое время при выборе территории для размещения промышленных центров осваивающих энергию большого Ангаростроя должна быть учтена с особым вниманием.

Население промышленных центров можно предварительно оценивать цифрой порядка 1,5—2 млн. человек, считаясь с высокой энергоемкостью производств. Около 1 млн. населения надо относить на транспорт и рудные базы, и т. о. население характера городского должно будет составить 2,5—3 млн. человек. Серьезным является вопрос об обеспечении рабочими кадрами лесозаготовок. Количество рабочих в лесу при максимально-рациональном внедрении механизации и в полном развитии лесозаготовок, может подойти к 1 млн. человек, что отвечает общей численности населения, связанного с лесной промышленностью до 4,5 млн. человек. Это заставляет особое внимание уделить проблеме кооперирования лесного и сельского хозяйств.

Проблема населения в целом и проблема снабжения рабочими кадрами энергоемких и др. отраслей промышленности, приобретающих быстрый рост в связи с электрификацией, являются исключительно сложными и трудными. Сколько-нибудь продуманных, хотя бы и предварительных, положений по этим проблемам мы в настоящее время предложить не в состоянии.

6. Выделение первоочередного района

Малая населенность Восточной Сибири и недостаточное ее промышленное развитие для начала крупного индустриального строительства долженствующего возникнуть в связи с использованием Ангарской энергии, вместе с трудными природными и климатическими условиями, недоучет которых может повлиять на успех стройки, заставляют подходить к плану осуществления широких замыслов с осторожностью. Как дореволюционная, так и современная промышленность Восточносибирского края, имеющая союзное значение по золоту и слюде, и отчасти по лесу, не создавала стимула к возникновению на месте того рода предприятий, которые необходимы в возможно близком соседстве для всякого крупного строительства (цементные заводы, металлургические заводы и т. п.). Вместе с тем, удаленность Ангары даже от Западной Сибири не позволяет рассчитывать на возможность подвоза необходимых для строительства материалов по железной дороге в крупных массах.

Поэтому, прежде чем приступать к строительству Ангаростроя с его гигантской индустрией, необходимо создать на месте

для него прочную строительную базу, которая смогла бы удовлетворить все основные его нужды в громоздких материалах.

Еще более необходимо подготовить, прежде развития промышленности в сверхмощных масштабах, соответственные навыки, опыт и кадры, привыкшие к работе в местных, довольно трудных и во всяком случае специфических условиях.

Отсюда возникает целесообразность создания в Восточно-сибирском крае промышленности пионерного значения, расцениваемой как подступ к Ангарострою. При этом, конечно, эта „пионерная“ промышленность должна сама по себе быть необходимой для советского государства, достаточно рентабельной и располагаться в районе, наиболее легко доступном для ее быстрого роста.

Наиболее доступным и легко осваиваемым районом во всем Ангарском бассейне является Прибайкальский район (Иркутск—Черемхово), достаточно густо-населенный, весьма удачно продольно-прорезанный магистральной железной дорогой, имеющий самостоятельную, хотя и небольшую, промышленность, и перспективно тесно связанный с возможностью использования Ангарской энергии. В этом районе разрабатываются угли Черембасса, ведутся крупные в масштабе края лесные разработки, здесь же, гл. образом, обосновываются новые промышленные предприятия, возникающие для удовлетворения Восточносибирских и Дальневосточных нужд. Таким образом, возникла выдвинутая нами в 1930 году идея создания первоочередного промышленного комплекса предприятий в районе Иркутска—Черемхово, на базе тепловой энергии Черемховских углей, призванного служить опорой для будущего краевого строительства. К этому строительству можно было приступить вне прямой связи с Ангарой, учитывая только его пионерное значение для Ангары. В конце первой пятилетки строительство в этом районе начато и в последующие годы интенсивно развивается.

В тех же точках можно получить при развитии использования р. Ангары крупные гидравлические мощности. Большая конечная производственная мощность намеченных точек приводит к целесообразности сочетания с перспективами начинающегося сейчас строительства. При этом оказывается, что к концентрации пионерно-развивающейся промышленности приходится подходить с сугубым вниманием, чтобы не испортить территорию, предназначенную для крупной индустрии, и не вызвать необходимости сноса относительно недавно выстроенных строений. Во избежание этого, нами прорабатывается генеральная схема развития промышленности в Прибайкальском районе, рассчитанная на полное освоение гидроэнергии возможной здесь к получению (Байкальская, Бархатовская и Култукская гидростанции), которая позволяет целесообразно разместить строящуюся промышленность.

Создание в пределах Ангарского бассейна промышленности, которая сможет помочь в текущих нуждах строительству свя-

занному с использованием Ангарской энергии, позволит успешно вести крупное строительство.

Какой же из районов можно считать первоочередным для крупного гидростроительства?

Как неоднократно отмечалось, наиболее интересной со стороны ее эффективности во всей схеме является Братская гидроустановка. Вместе с тем она наиболее трудна технически, требует для постройки чрезвычайно мощной промышленно-хозяйственной базы, а район ее расположения, в настоящее время, глухая тайга, станет доступным лишь по завершении постройки Ленской железной дороги на участке около 300 км протяжением. Кроме того, полная эффективность этой установки будет достигнута только после постройки выше расположенных регулирующих гидростанций.

Ниже расположенные гидростанции по р. Ангаре, немногим уступаая Братской, в отношении технических трудностей по их сооружению, остаются пока недоступными и приобретут присущую им эффективность лишь после постройки Братской установки.

Т. о. путем исключения мы подходим к *первоочередности гидростроительства в том же Прибайкальском районе*. Совершенно очевидно, что наличие в непосредственном соседстве „пионерной“ промышленности будет служить на пользу гидростроительству, облегчая и удешевляя его.

Из трех гидроустановок района (Култукская, Байкальская и Бархатовская) выбор должен быть сделан из следующих соображений.

Развитие промышленности Прибайкальского района, до мощности, отвечающей освоению 12 млрд. квч электроэнергии (в том числе около 1,5 млрд. квч теплового тока), невозможно в одном центре. Это создало бы чрезвычайную концентрацию промышленного населения, излишне усложняющую распланировку заводов. В наших предположениях промышленность Прибайкалья размещается в трех узловых центрах (комбинатах) и кроме того, отдельные предприятия выносятся на периферию. Эти три центра (Иркутск—Усолье—Бархатово) связываются между собою линией электропередачи (130 км). Бархатово получает в первую очередь теплоэлектроцентраль пионерного значения, входящую, однако, как составное звено в комбинат по Черемховской группе. Иркутск получит на первый пионерный период электроэнергию от той же теплоэлектростанции, на которой и разовьет свои первые мощные предприятия. Усолье лежит на той же линии электропередачи на полпути между Бархатово и Иркутском.

Очевидно, целесообразно дальнейшее развитие электростроительства намечать именно в Иркутске. В таком случае каждый из узлов удовлетворит своим током местные заводы-потребители, а избыток Иркутск отдаст Усолью и Бархатову. Вместе с тем получается большая гарантия бесперебойности и лучшей маневренности энергоснабжения, чем если бы таковое осуществлялось односторонне.

Каждый из центров получает свою производственную специализацию. Бархатово, непосредственно прилегающее к Черемхово, в основном специализируется на углехимической группе производств, опираясь на местные угли. Усолье специализируется по основной химии, Иркутск—на производстве качественного металла и его переделе, опираясь на культурные рабочие кадры Иркутска и, частично, на уже имеющиеся машиностроительные заводы.

Промышленные нужды Востока острее всего ощущаются именно по металлу и, гл. образом, по металлу качественному. Поэтому, мощное развитие промышленности Иркутского узла несомненно в первую голову.

Таким образом, и производственная специализация районов приводит к целесообразности уделения первоочередного внимания именно Иркутску.

К Иркутску тяготеют две гидростанции—Байкальская и Култукская. Из них очевидные преимущества на стороне Байкальской. Действительно, энергия ее развивается у места потребления, в то время, как Култукская потребует 100 километровой электропередачи. Затем, энергия Байкальской установки должна быть дешевле чем Култукской.

Постройка Байкальской станции делает Иркутск портом оз. Байкал, регулируя расход реки, она улучшает условия плавания по нижележащему плесу Ангары, открывая широкие возможности для водного транспорта. Наконец, давая регулирование Ангары, эта постройка позволяет дальше осуществлять использование Ангары в нужном по экономическим предпосылкам порядке.

Преимуществом Култукской установки можно считать лишь меньшие капиталовложения как в гидростроительство, так и в промстроительство, поскольку мощность ее на 225 тыс. *квт* меньше чем Байкальской.

На основе изложенного, с точки зрения экономики, первоочередной установкой, мы считаем Байкальскую гидроустановку на Ангаре под г. Иркутском. К тому же выводу мы пришли выше, рассматривая вопросы гидротехники.

Следовательно, по совокупности соображений Байкальской гидроустановки может быть признана первоочередной во всей Ангарской системе.

ГЛАВА VIII

План первоочередных мероприятий по развитию использования Ангары

1. Общие формы Прибайкальского промышленного комплекса

Как упоминалось выше, Прибайкальский промышленный комплекс охватывает три промышленных узла—комбинаты (каждый из которых строится на началах внутреннего комбинирования), связанные между собой обменом полупродуктов, и общим электроснабжением. Энергоснабжение осуществляется тремя гидроэлектрическими установками—Байкальской, Бархатовской и Култукской и Черемховской теплоэлектроцентралью. Общий баланс энергии при полном развитии всего комплекса составит около 12 млрд. *квтч* в год.

Комплекс охватывает Иркутск, Усолье и Черемхово (Бархатово). В каждом из этих узлов уже начато промышленное строительство, полностью отвечающее основным установкам излагаемого замысла.

Конечный этап Черемховского комбината предполагает комбинированную переработку нижеследующего исходного сырья:

- а) каменные угли Черемховского района;
- б) концентраты полиметаллических руд Нерчинского района;
- в) огнеупорные и каолиновые глины Бельского района;
- г) плавиковый шпат Забайкалья и, наконец, предположительно;
- д) железные руды Ангаро-Илимского и Онотского районов.

В результате получится нижеследующая продукция Черемховского комбината:

1 группа—черные металлы:

- а) литейный чугун;
- б) сортовое железо;
- в) тяжелое машиностроение.

2 группа—цветные металлы:

- а) цинк;
- б) свинец;
- в) серебро, золото и др.;
- г) окись алюминия.

3 группа—синтетические органики:

- а) каучук;
- б) пластмассы;
- в) метиловый спирт;
- г) ледяная уксусная кислота;
- д) электроды.

4 группа—жидкое топливо:

- а) бензин;
- б) керосин;
- в) тяжелые масла;
- г) фенолы;
- д) карбид кальция.

5 группа—азотистые:

- а) азотная кислота;
- б) лейноселитра.

6 группа—силикатные:

- а) фарфор и фаянс;
- б) динас и шамот;
- в) плитки метлахские;
- г) криолит;
- д) гидравлические добавки;
- е) шлаковый цемент.

Количественные характеристики здесь не приводим, так как разработка схемы комбината еще не закончена.

Из перечня производств видна основная ориентация Черемховского комбината на углехимию.

Конечный этап развития Иркутского комбината базируется на переработку:

а) железных руд Соснового байца и Ангаро-Илимского района, марганцевых руд Ольхона, концентратов хрома, вольфрама, молибдена и др. из месторождений Забайкалья;

б) окиси алюминия, получаемой из Черемхово, откуда также поступает криолит и электроды.

в) запасов древесины с басс. оз. Байкала, используемых на углежжение, на химическую переработку и поделочный лес.

В результате рассчитываем на получение в Иркутском комбинате следующих видов продукции:

1 группа—черные металлы.

- а) электрочугун, электростали и специальные сорта стали;
- б) ферромарганец, ферросилиций, феррохром, ферровольфрам;
- в) троссы, строймеханизмы, гидравл. турбины;
- г) изделия из твердых сталей;
- д) машиностроение.

2 группа—цветные металлы:

- а) алюминий;
- б) алюминиевый прокат.

7 группа—переработки древесины:

- а) пиломатериалы, стандартные дома, детали, трубы шинглы, деревянные части машин;
- б) древесная масса и целлюлоза;
- в) уксусная кислота и древесный спирт.

Конечный этап развития Усольского комбината должен концентрировать переработку поваренной соли Усоля и целлюлозы, получаемой из Иркутского комбината с участием полупродуктов, частично получаемых из Черемхово.

Продукция Усольского комбината составит из:

6 группа—хлорные производные:

- а) соляная кислота;
- б) хлор жидкий;
- в) каустическая сода;
- г) хлорная известь;
- д) трихлорэтилен;
- е) хлоропрен;
- ж) этиленовый спирт;
- з) металлический натрий;
- и) металлический кальций.

7 группа—переработка древесины

- а) ацетанный шелк;
- б) вискозный шелк.

Балансовых данных по конечному этапу развития здесь не приводим за незаконченностью соответственной работы.

2. Первоочередные предприятия

Этап развития Прибайкальского комплекса на тепловой энергии предлагается нами в следующем составе, отвечающем установкам общего замысла.

I. Черемховский узел *

- 1. Угледобыча 6 000 000 т.
- 2. Углеперегонка 100 000 т.
- 3. Машиностроение —
- 4. Черемховская районная ТЭЦ 175 000 квт.

II. Усольский узел

- 5. Хлорная группа комбината.

III. Иркутский узел

6. Электродоменный завод на 150.000 т.
7. Заводы машиностроения и сборки.
8. Иркутская ТЭЦ—9.000 квт.

Кроме того, должны быть построены: линия электропередачи Черемхово—Иркутск через Усолье и заводы стройматериалов (цементный, известковый, кирпичные, албастра, блочных камней и т. п.).

Баланс потребления энергии при этих условиях будет следующим:

Таблица 9

	Потребление		Покрытие	
	Максимум нагрузки	Потребление	Установ. мощность	Выработка
	Тыс. квт	Млн. квч	Тыс. квт	Млн. квч
Черемхово	21,9	99,3	180,5	829,6
Усолье	27,2	107,3	—	—
Иркутск	91,9	513,0	9,0	33,0
Собств. нужды и потери	—	113,0	—	—
	140,1	862,6	189,5	862,6

В ближайшие годы, до пуска Черемховской ТЭЦ, положение района с энергоснабжением получается катастрофическим. Баланс энергоснабжения на конец 1935 г. показывает, что пуск районной станции к 1937 г. абсолютно необходим. При составлении таблицы 10 учтены только существующие и решенные стройкой предприятия и дефицит мощности может быть удовлетворен только постройкой районной централи в Черемхово.

Таблица 10

	Потребление		Покрытие	
	Максимум нагрузки	Потребление	Установл. мощность	Выработка
	Тыс. квт	Млн. квч	Тыс. квт	Млн. квч
Черемхово	8,6	32,2	5,5	20,0
Усолье	16,2	29,4	—	—
Иркутск	21,8	87,7	9,0	30,0
Собств. нужды и потери	—	29,8	—	—
Всего	45,6	179,1	14,5	50,0
Дефицит покрываемый Черемховской ГРЭС .	—	—	50,0	129,1
	45,6	179,1	64,5	179,1

Постройка Черемховской ГРЭС по решениям правительства будет начата в 1936 г. К моменту пуска Черемховской ГРЭС будет построена линия электропередачи Черемхово—Усолье—Иркутск.

В балансе энергоснабжения на конец теплового этапа (таблица 9) не получившими пока санкции предприятиями являются:

1. Электродоменный завод.
2. Углеперегонный завод и
3. Развитие угледобычи до 6 млн. т.

Отметим, что на электрометаллургию в этом балансе падает около 400 млн. квт ч., т.е. примерно 46%.

В практике СССР можно привести много случаев постановки энергоемких производств на тепловом токе (Челябинск, Моск. область, Горьковский край). Как отмечено было выше Черемховский уголь является наиболее дешевым на единицу теплотворной способности в Союзе, почему здесь это более допустимо, чем в других районах.

Это положение продлится лишь до пуска Байкальской установки, т.е. может быть сокращено до нескольких лет, но зато Иркутский узел сможет в ближайшие же годы выдавать требуемую от него для нужд ДВК продукцию.

Потребность в качественном металле Востока СССР на 1937 г., в связи с развитием строительства, достигнет значительных размеров. Транспортные издержки при доставке нужного количества металла с Урала составят миллионы руб. Постановка выплавки его в половинном количестве на полпути даст миллионы ежегодной экономии, не говоря о разгрузке транспорта.

Потребность Востока в жидком топливе особых пояснений не требует. При лучших сырьевых предпосылках чем в Западной Сибири, Восточная Сибирь в отношении углеперегонки имеет большие преимущества.

Подготовка к форсированию угледобычи в Черемхово оправдывается исключительно благоприятным характером залегающих углей.

Тепловой этап развития Прибайкальского комплекса требует капиталовложения около 1.000 млн. руб., вместе с строительством городов, распределяющихся по узлам следующим образом (таблица 11):

Таблица 11

	Черемхово	Усолье	Иркутск	Всего
Промышленность . . .	135	80	205	420
Энергетика	104	—	4	108
Транспорт	11	1	13	25
Строительство городов .	210	10	230	450
Всего	460	91	452	1003

Создание промышленности теплового этапа позволит с полным успехом осуществить гидротехническое строительство по Байкальской установке и связанному с ним заводскому строительству. Заводы стройматериалов, механические заводы, пролетарские кадры будут иметься уже на месте.

Энергетический баланс второго этапа прибайкальского комплекса намечается следующим (таблица 12).

Таблица 12

	Потребление		Покрывтие	
	Максимум нагрузки	Потребление	Установл. мощность	Выработка
	тыс. квт	млн. квч	тыс. квт	млн. квч
Черемхово	190,4	1195,0	205,5	1000,0
Усолье	30,0	117,0	—	—
Иркутск	396,5	2691,0	534,0	3630,0
Собств. нужды и потери	—	625,0	—	—
	616,9	4628,0	739,5	4630,0

В этом этапе энергоемкие производства Иркутского комбината питаются энергией Байкальской установки. Ее постройка позволит полностью удовлетворить запросы Востока в качественном металле и придает Прибайкальскому комплексу то народно-хозяйственное значение, которое должно принадлежать ему по отношению к соседним районам. На долю электроемких отраслей приходится:

- а) электрочугун и электростали . . 600 тыс. т 1,628 млн. квч.
 - б) ферросплавы 30 " " 220 " "
 - в) электролиз алюминия 25 " " 530 " "
- Всего 2,378 млн. квч.

На энергии Черемховской ТЭЦ начинается развитие энергоемких производств Черемховского углехимического комбината получающих:

- а) синтетическая углехимия и каучук . . 25 тыс. т 612 млн. квч.
 - б) жидкое топливо—200 тыс. т, азот—30 тыс. т, криолит—10 тыс. т, цинк—35 тыс. т и др. 331 млн. квч.
- Всего 943 млн. квч.

Капиталовложения для этого этапа (включающие затраты теплового этапа), составляющие до 3000 млн. руб. распределяются по узлам следующим образом (таблица 13).

Таблица 13

	Черемхово	Усолье	Иркутск	Всего
Промышленность	515	100	530	1145
Энергетика	105	—	4051	510
Транспорт	50	5	70	125
Градо строительство	595	35	665	1295
Всего	1265	140	1670	3075

Дальнейшим этапом развития Прибайкальского комплекса будет включение одной из следующих гидростанций Бархатовской или Култукской. Очередность их включения мы пока не предугадываем. Дополнительные массы энергии послужат для развития Черемховского и Усольского узлов.

Весьма вероятно, что потребность СССР в продукции энергоемкой промышленности побудит перейти к строительству Братской установки ранее, чем будет строиться вторая гидроустановка Прибайкальского комплекса. Освоение промышленности последнего послужит надежной основой для строительства большого Ангаростроя.

¹ В подсчетах настоящей главы, выполненных в ценах 1932 г. принята стоимость Байкальской установки 400 млн. руб. против 280, указанных в гл. V. и относящихся к средним ценам 1927—1931 гг.

ГЛАВА IX

Заключение

Располагаемый к моменту составления настоящей работы исходный материал по исследованиям и изысканиям р. Ангары должен быть признан достаточным для обоснования гипотезы решения Ангарской проблемы.

Все протяжение Ангары имеет исполненную в последние годы двойную продольную нивелировку по замкнутому контуру, позволяющую с достаточной для гипотезы точностью установить взаимное положение бьефов. Намеченные под сооружения участки реки инструментально засняты. Несмотря на то, что размеры водохранилищ нижних Ангарских установок данными съемок не подтверждены, благодаря влиянию верхних водохранилищ возможность регулирования средних расходов воды и для этих установок не может вызывать сомнений.

Характеристика водоносности Ангары, основанная на длительном наблюдении за горизонтами Байкала, может быть восстановлена за достаточно длительный период (1888—1935 г.). С помощью ведущихся гидрометрических наблюдений эта характеристика может быть распространена на весь верхний (включая пороги) участок реки. Нижний участок достаточными гидрометрическими данными не освещен и потребует дополнительных наблюдений, принятые же в гипотезе расчетные расходы нижних установок, отвечают достаточно осторожным нормам стока, и вряд ли будут подлежать уменьшению.

Маршрутное геологическое освещение всего протяжения реки Ангары позволило наметить для размещения сооружений районы, повидимому благоприятные в геологическом отношении для основания высоких плотин. Районы расположения нижних четырех плотин, выбранные на траппах принципиальных сомне-

ний в возможности постройки высоких плотин вызвать не должны. Геологические условия верхней из плотин—Байкальской—по предварительному представлению вполне удовлетворительны.

Геологическая характеристика района Бархатовской плотины наименее благоприятна, благодаря его закарстованности и может вызвать опасения фильтрации в обход сооружения. С этой точки зрения вопрос о целесообразности постройки Бархатовской установки требует дальнейшего изучения.

Типы сооружений, положенные в основу расчетов гипотезы, приняты осторожными заведомо допускающими более экономичную проектировку. В связи с неизвестностью степени разрушения пород в основании, запасы на увеличение количеств работ приняты разумно большими (6—12 м).

Принятый метод оценки стоимости работ по постройке узлов сооружений позволяет учесть стоимость всех мелких работ и дополнительных статей расходов, которые обычно и вызывают значительное преувеличение строительной стоимости по отношению к проектной. При выборе расценок была проявлена тенденция к осторожности.

Так как принятые расценки отвечают средним условиям 1927—1931 года, то в исходных ценах этого периода подсчет стоимости установок может быть признан выполненным достаточно осторожно.

Показателем к тому является то, что удельная стоимость установок для трех из шести Ангарских получилась выше Днепростроя.

Сумма годичной стоимости эксплуатации гидроустановок выведена по данным калькуляции энергии Днепростроя с учетом 6% на капитал.

Комплексное использование сооружений расчетом во внимание не принято, что дает запас надежности в подсчетах себестоимости гидроэнергии.

Отступление от указаний инструкции Главэнерго сделано в отношении начисления 10% от итоговой суммы на увеличение объема работ, так как соответственная сумма введена в стоимость вспомогательных работ и сооружений (оцененных в наших подсчетах в 57% против 47% указанных инструкцией), а также в отношении начисления 15% от стоимости гидротехнических работ на ликвидацию стихийных бедствий и аварий.

Последнее сделано в связи с тем, что мы сочли логически неудобным учитывать на каждой из намеченных гипотезой 18 установок стихийные бедствия в крупных размерах. Однако, приведенный в гипотезе специальный подсчет показывает, что начисление соответственной суммы никаких принципиальных изменений в выводы не вносит.

Подсчеты эффективности гидроустановок сделаны также с достаточной осторожностью. Значения средних напоров приняты меньшими, чем они смогут быть взяты при уточнении проектировок. Расходы воды приняты также несколько меньшими, чем они смогут быть обоснованы в дальнейших работах. Коэффициен-

ты полезного действия взяты непредельными для станций больших мощностей. Поэтому эффективность установок в дальнейших проектировках не должна ухудшаться.

Следовательно, в исходных ценах 1927—1931 г. оценка себестоимости Ангарской энергии сделана осторожно и при дальнейших работах не должна подвергаться значительным изменениям.

Расценки 1932 г., положенные в основу подсчетов себестоимости гидроустановок Средневолгостроя правительственной комиссией, отличаются от средних расценок Днепра, причем по отношению к ценам 1927/28 г. они приняты в 2,02 раза выше, по отношению к 1930 г. — 1,66, по отношению к 1931 г. — 1,33. Так как главная масса основных работ Днепростроя выполнена в последние годы, принятый переходный коэффициент 1,5 от средних Днепровских расценок к расценкам 1932 г. является вероятным.

Сопоставление отдачи энергии Ангарских гидроустановок и средне-взвешенной себестоимости их тока с отдачей и стоимостью гидравлического тока гидроустановок других районов СССР, проведенное в той или иной системе единичных цен, приводит к выводу, что как по массовости, так и по себестоимости Ангарская гидроэнергия представляет собой исключительную в Союзе концентрацию дешевого тока.

Потребность промышленности СССР в использовании дешевой энергии, в связи с ростом запросов хозяйства нашей страны к специальной продукции энергоемких производств, из года в год возрастает. Решения XVII съезда партии по докладам тт. Молотова и Куйбышева о втором пятилетнем плане обязывают¹ „завершить в основном электрификацию промышленности широчайшим использованием новейших электроемких методов производства во всех отраслях промышленности, особенно в металлургии и химии (рост потребления энергии электроемкими производствами более чем в 9 раз)“; „...развернуть производство различных видов металла—качественный металл, электросталь, ферросплавы, сложные профили проката и т. д. в размерах, полностью удовлетворяющих потребность народного хозяйства“; „добиться особенно быстрых темпов развития и технического перевооружения в цветной металлургии“; „широко внедрить в производство цинка передовой электролитический метод“; „организовать производство олова, никеля, магния и широко развернуть производство алюминия“; „широко развернуть процесс создания ряда новых производств химии (химическая переработка угля, торфов, сланцев, новые виды красителей, пластмассы, синтетический каучук и т. д.“; „внедрить новейшие технологические процессы в химическую промышленность (широкое развитие электротермических и электролитических методов“) и т. д.

Выше в общих чертах были разобраны условия организации этих видов промышленности от Ангары. Имея запасы нужного

для этих целей сырья и обладая исключительно качественной электроэнергией, Ангара должна будет стать основным районом СССР по энергоемким производствам, когда потребности страны количественно возрастут до соответствующих масштабов. Нами было показано, что освоение основных масс Ангарской энергии означает производство алюминия в объеме 300 тыс. т и в том же объеме—синтетических органиков. Эти количества не так то велики для нашей бурно развивающейся страны и очевидно, что осуществление Ангаростроя не за горами.

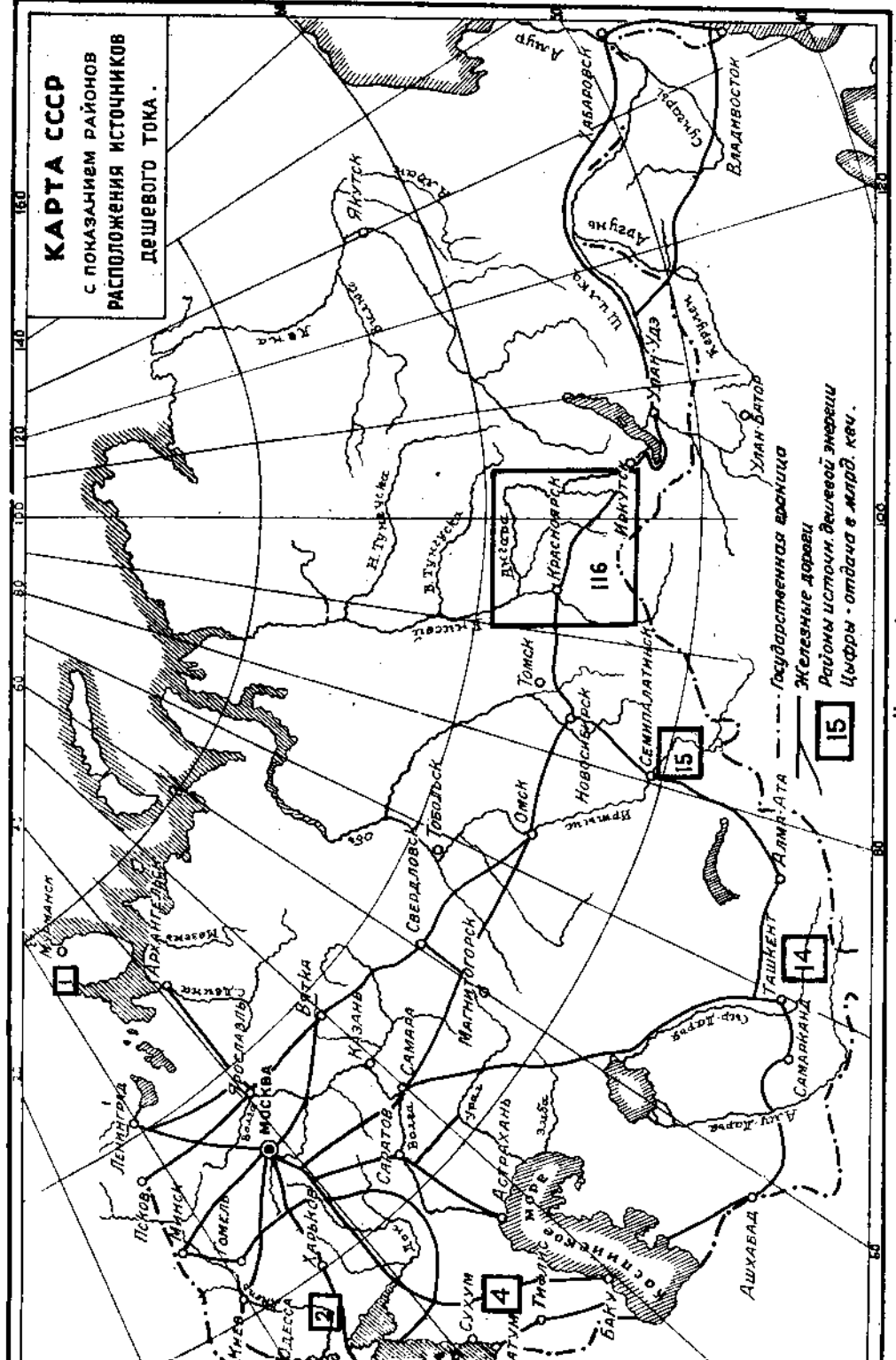
Подготовительный этап к строительству на Ангаре начат осуществлением. Постановление XVII съезда партии о развитии отсталых районов дает толчок для дальнейшего форсирования этого подготовительного этапа. Несомненно потребуется для питания его энергией отдача Байкальской установки на Ангаре. Эта установка в то же время является ключом к использованию падения Ангары в других точках. Таким образом ее первоочередность, а следовательно, и первоочередность ее изучения является несомненно.

Вместе с этой работой, необходимо завершение всех исследований, связанных с проектировкой Прибайкальского промышленного комплекса. Правильность первоначального общего замысла, доказанная независимым от нас возникновением объектов промышленного строительства, входивших в наш план, вытекала из охвата всей суммы вопросов, относящихся к развитию народного хозяйства района. Тот же прием работы необходим и в дальнейшем, до стадии выдачи плановых заданий отраслевым организациям. Несвоевременный отказ от системы работы по комплексу или ее ущемление, был бы угрозой качеству проектных решений.

¹ Резолюции XVII съезда ВКП(б). Партиздат. 1934 г.

КАРТА СССР

с показанием районов
расположения источников
дешевого тока.



--- Государственная граница
Железные дороги
Районы источников дешевой энергии
Цифры - отдача в млрд. квч.

Чертеж 1.

Чертеж 4

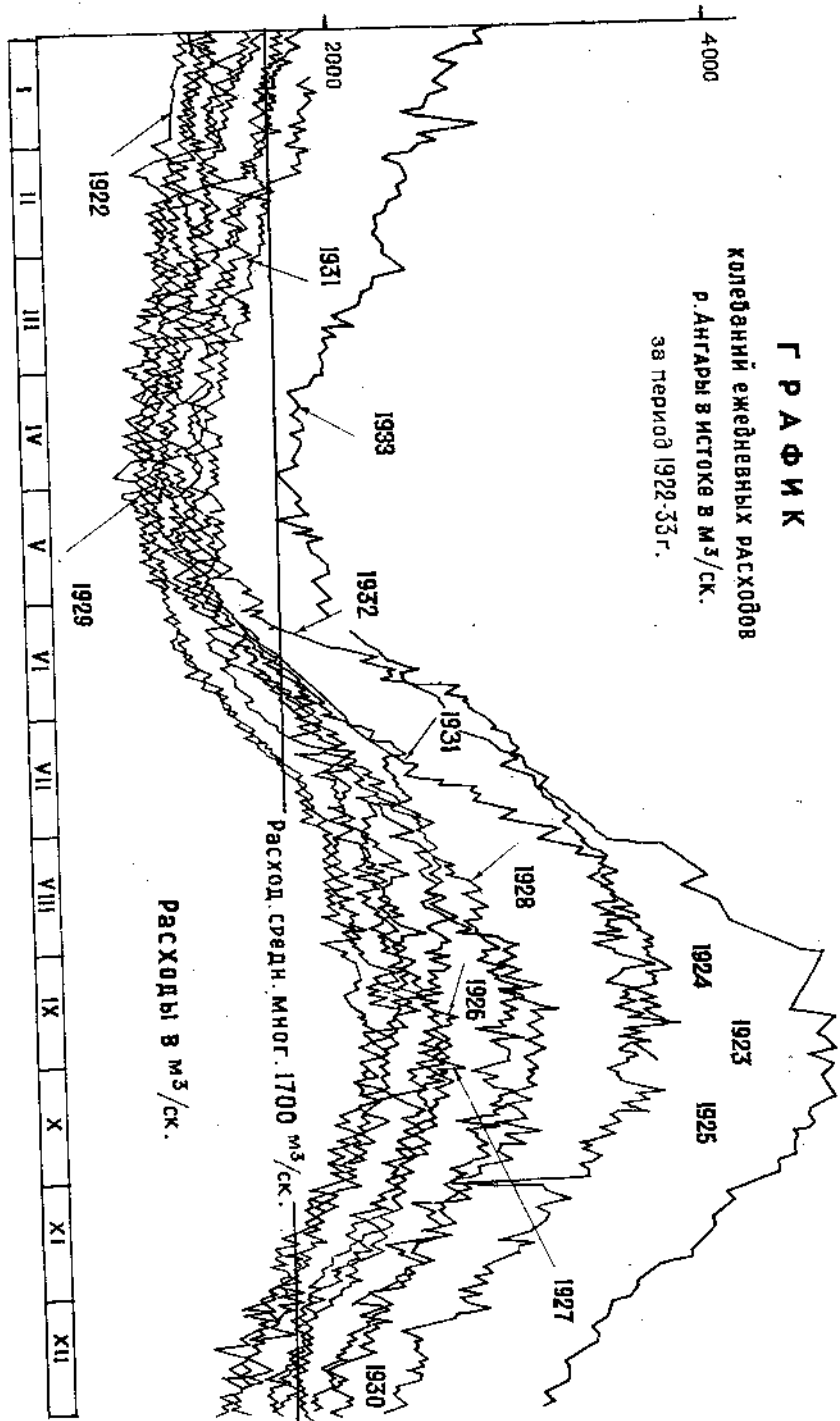
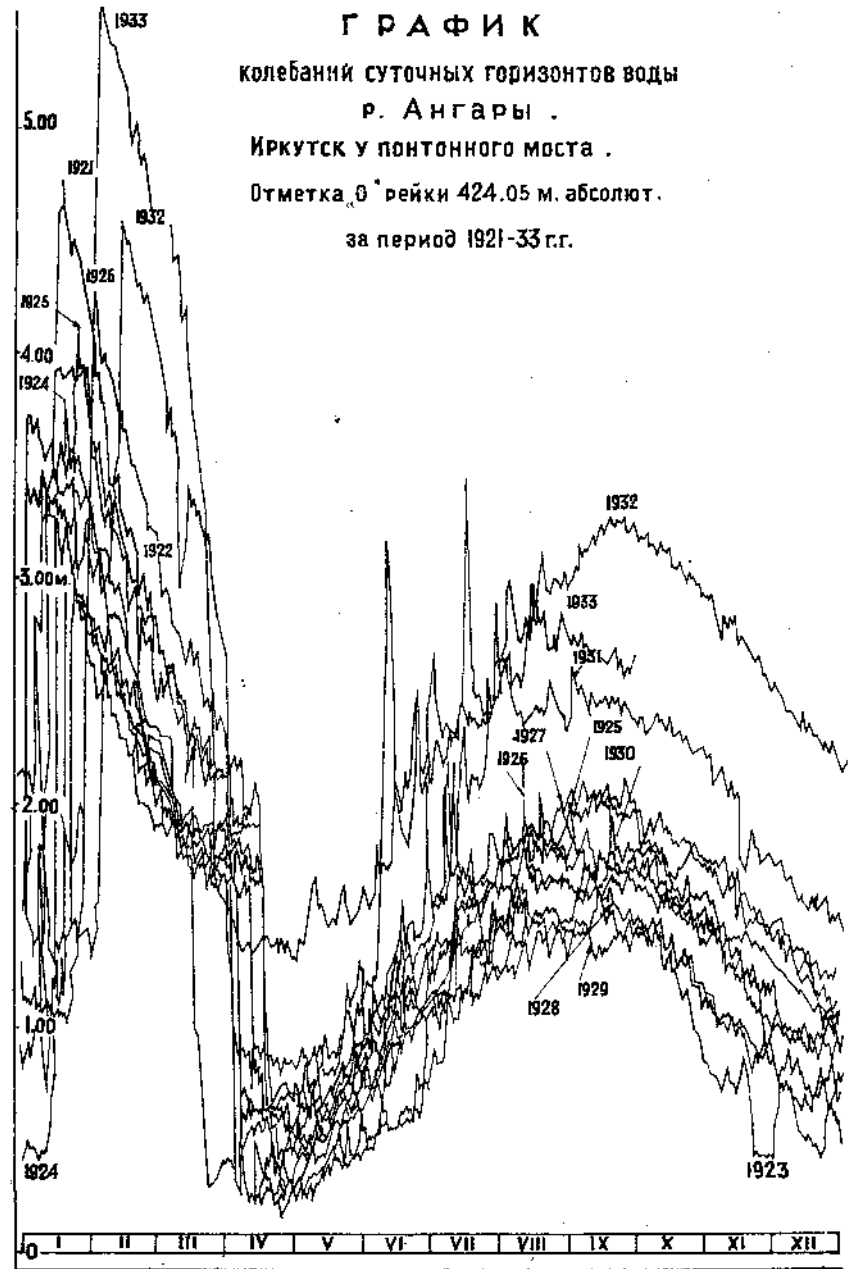
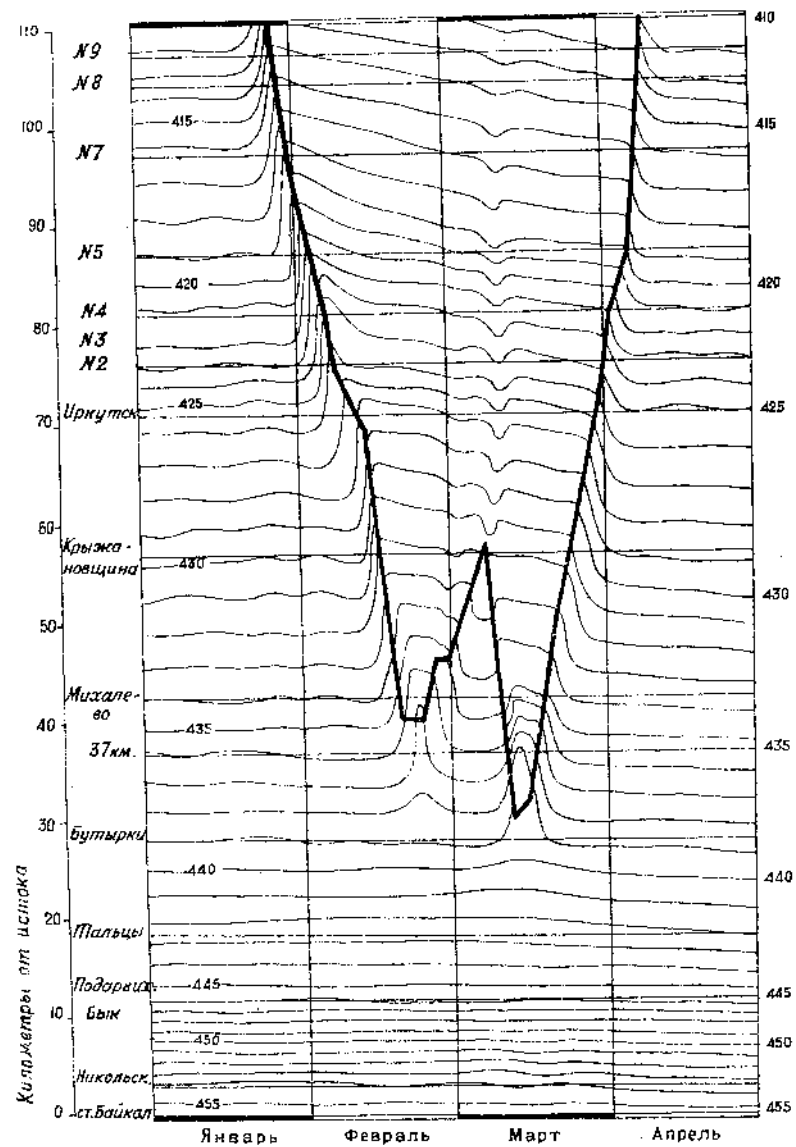


ГРАФИК
колебаний суточных горизонтов воды
р. Ангары .
Иркутск у понтонного моста .
Отметка 0 рейки 424.05 м. абсолют.
за период 1921-33 г.г.



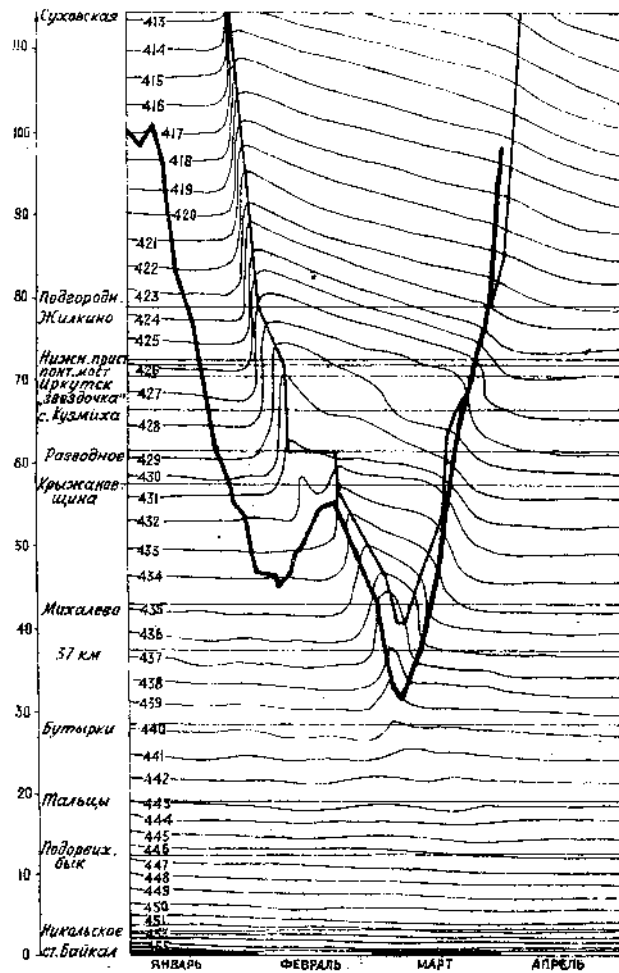
Чертеж 5

ДВИЖЕНИЕ КРОМКИ ЛЬДА И СТОЯНИЕ
УРОВНЕЙ Р. АНГАРЫ В РАЙОНЕ ИСТОКА.
1932 г.



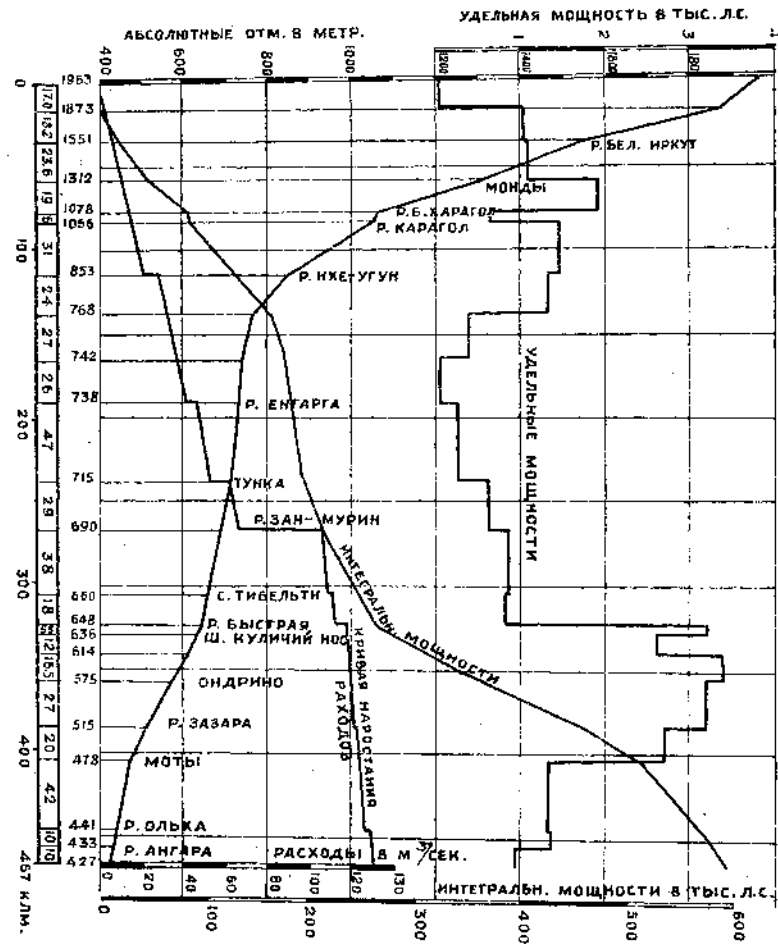
Чертеж 6

ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ КРОМКИ ЛЬДА И СТОЯНИЯ УРОВНЯ
Р. АНГАРЫ 1933 г.



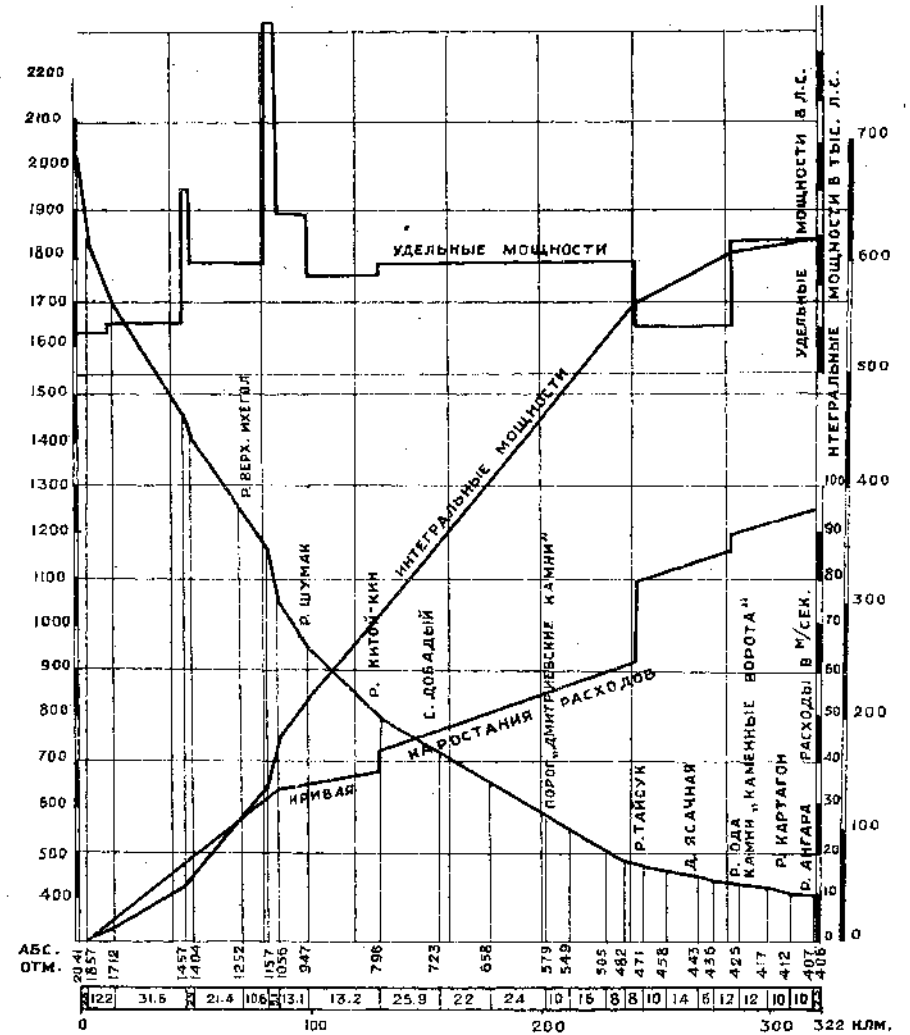
Чертеж 7

КАДАСТРОВЫЙ ГРАФИК МОЩНОСТИ Р. ИРКУТ



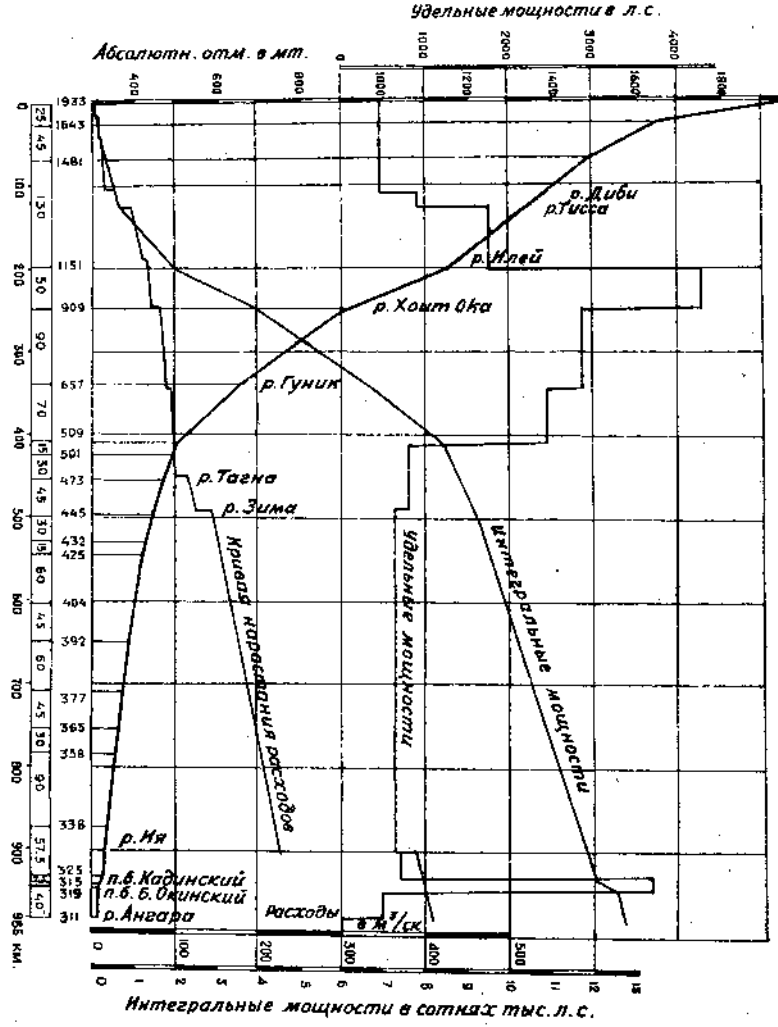
Чертеж 10

КАДАСТРОВЫЙ ГРАФИК МОЩНОСТИ Р. КИТОЙ



Чертеж 11

Чертеж 12



КАДАСТРОВЫЙ ГРАФИК
МОЩНОСТИ Р. ОКИ.

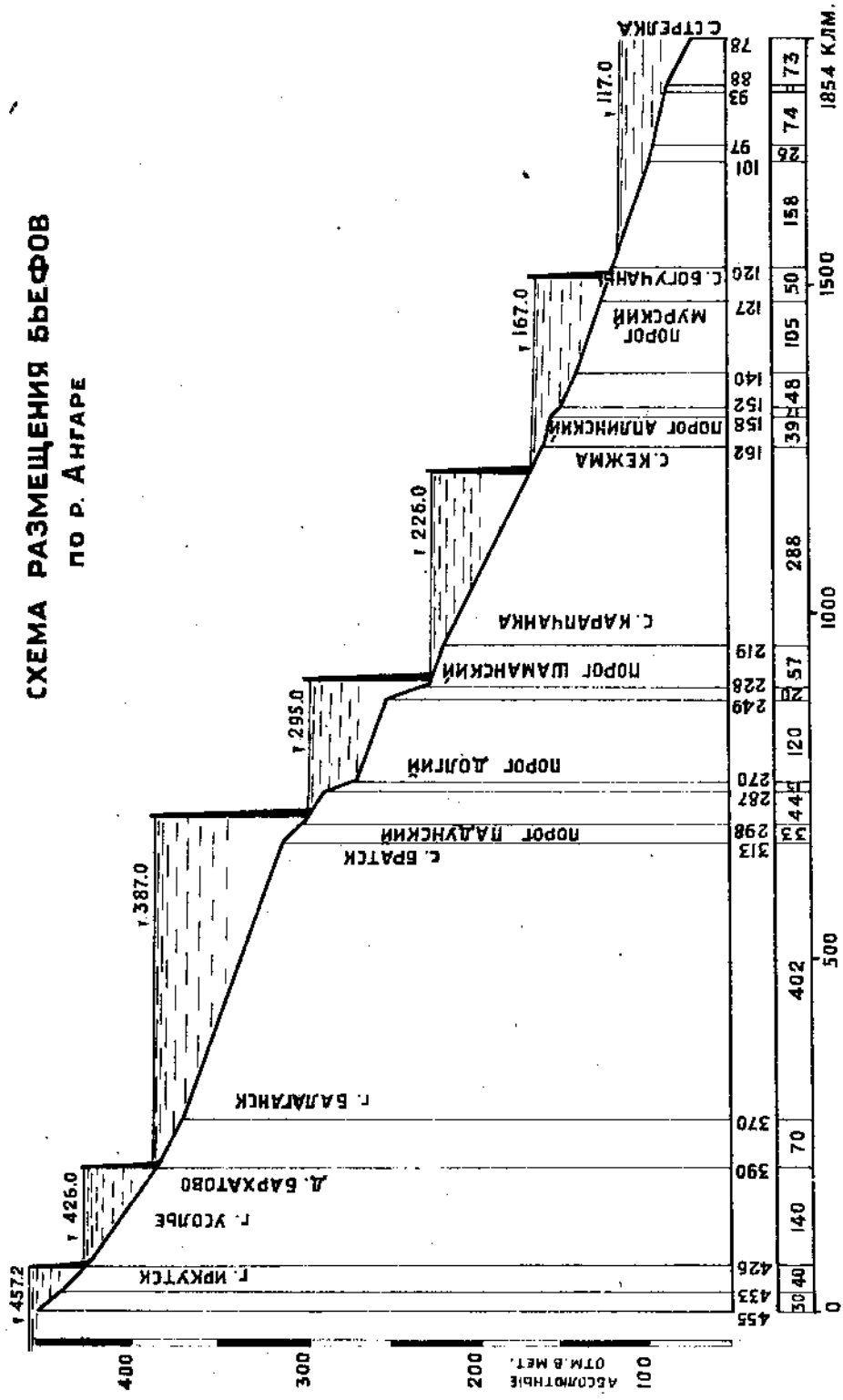
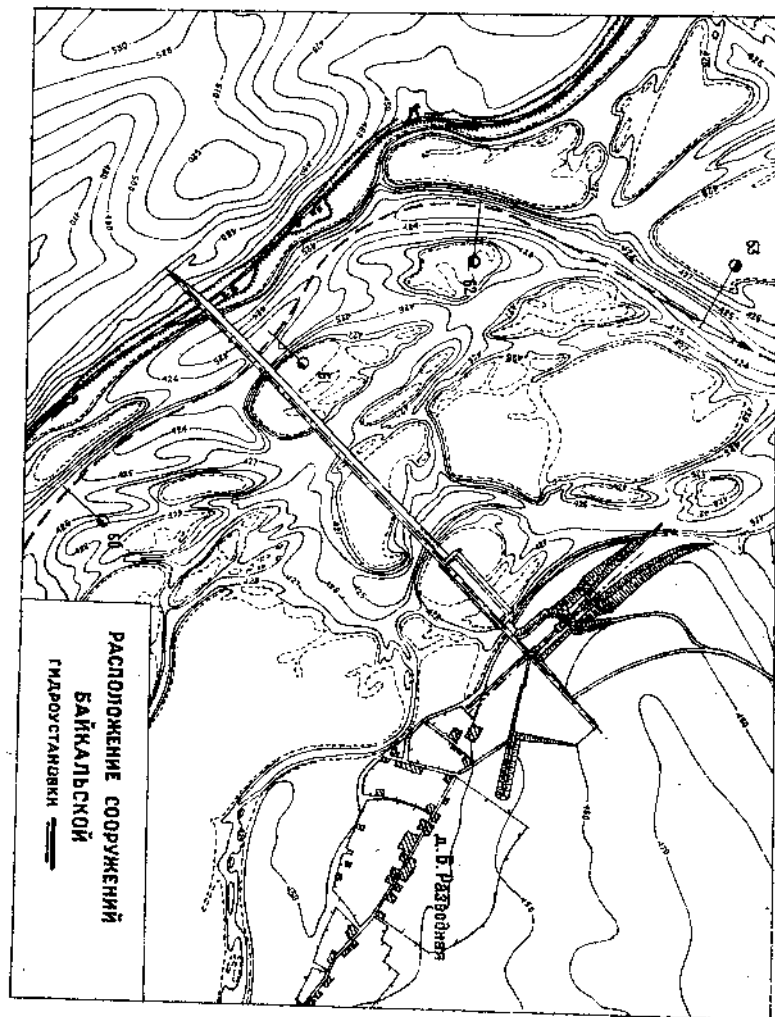


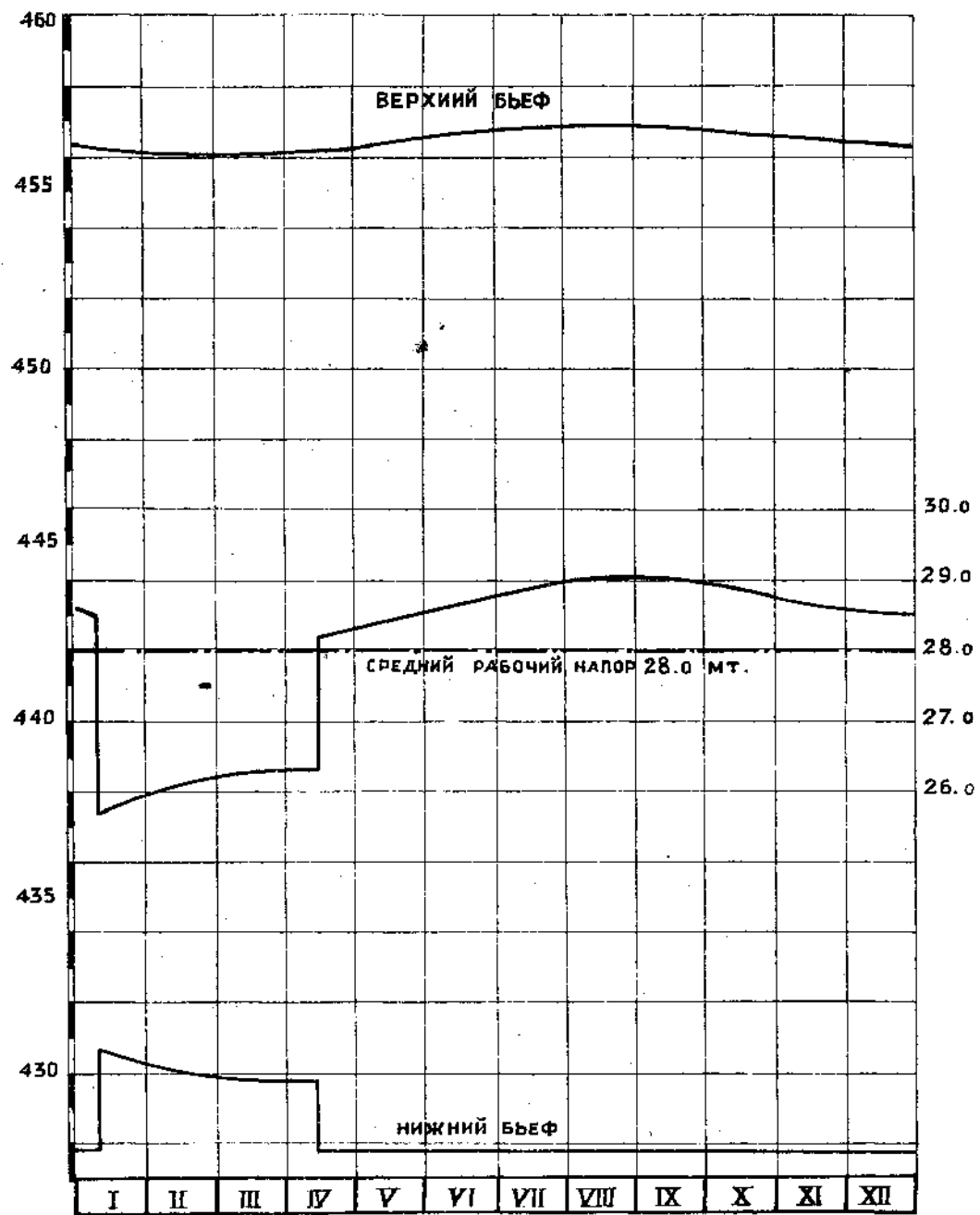
СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ БЪЕФОВ
ПО Р. АНГАРЕ

Чертеж 13

Чертеж 14.

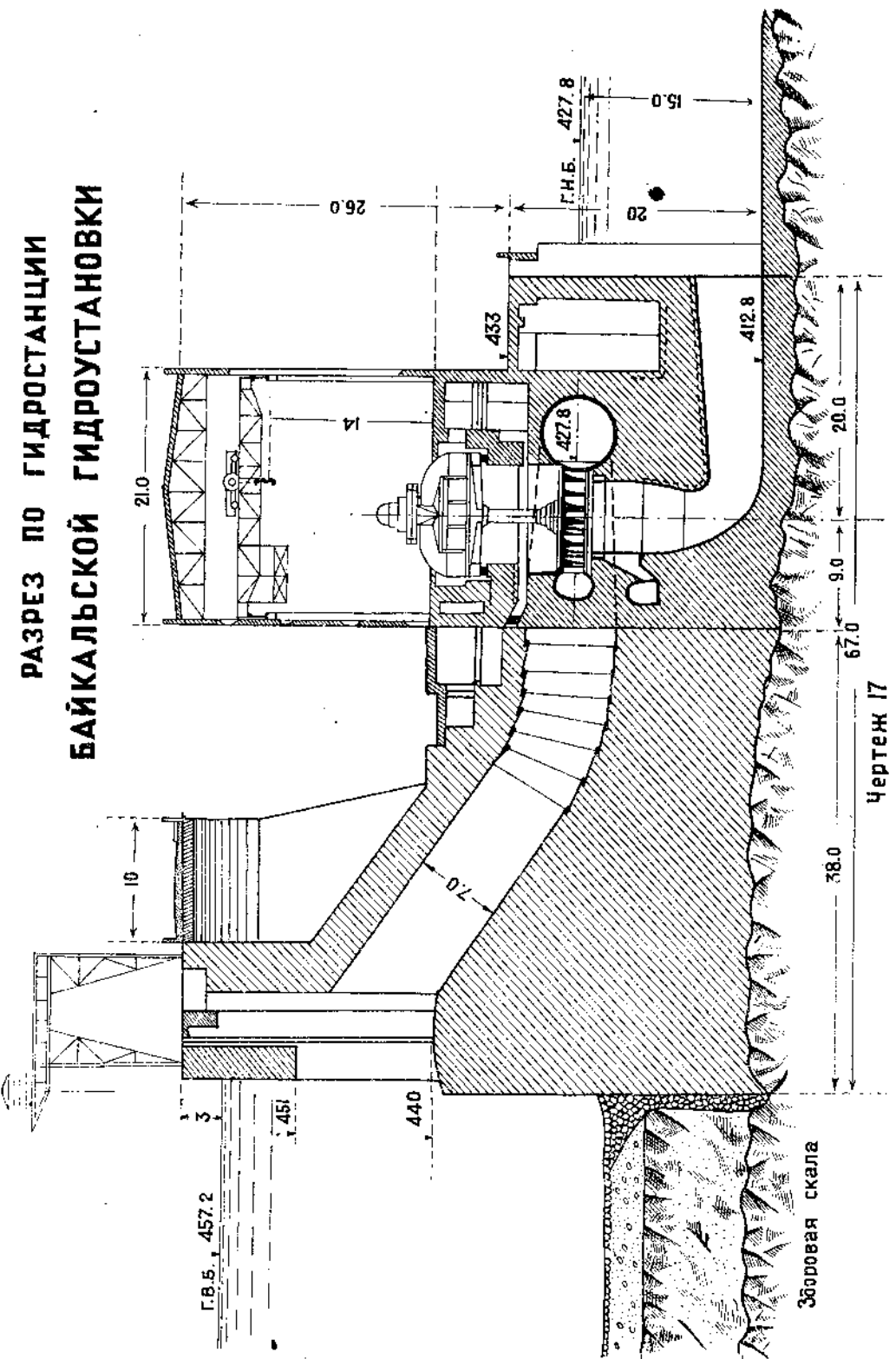


БАЙКАЛЬСКАЯ ГЭС
График изменения уровней и напора
при средней сработке водохранилища



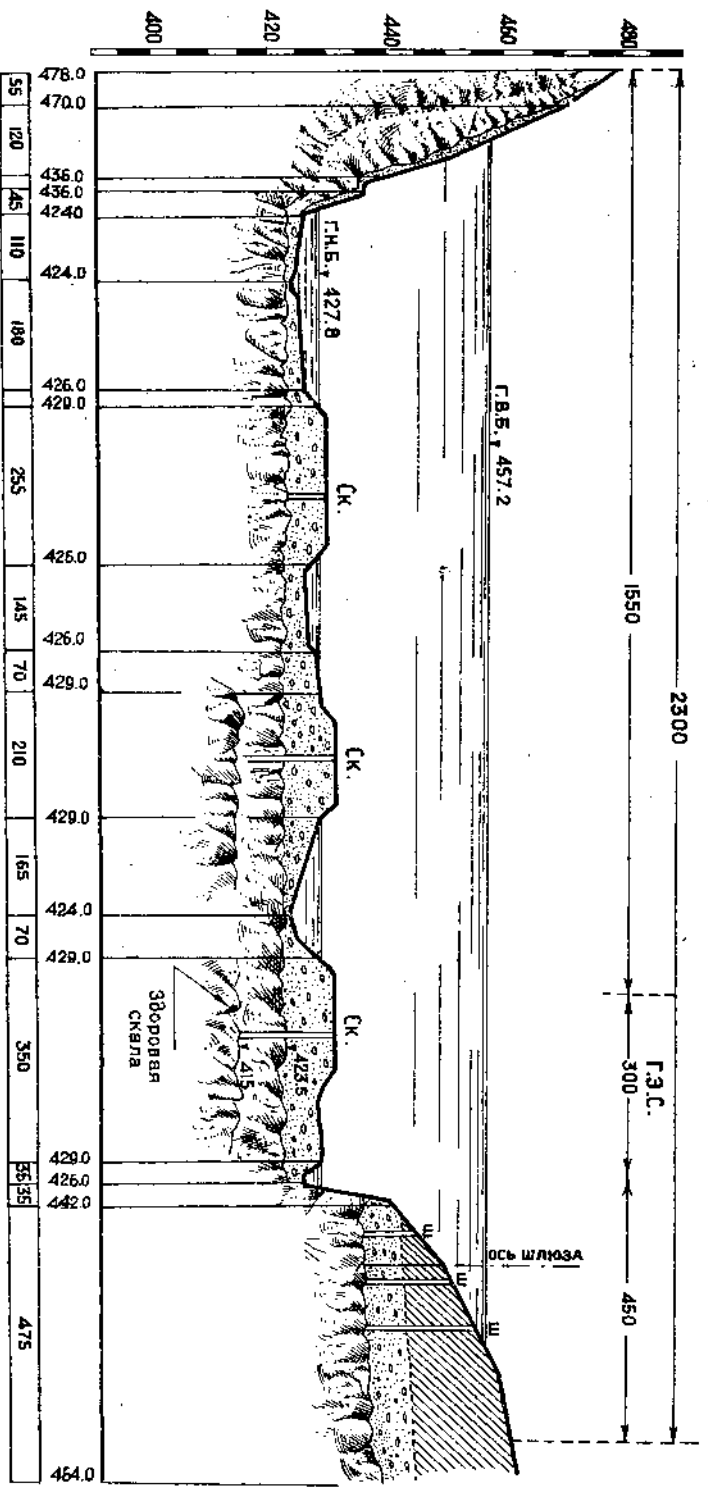
Чертеж 15

РАЗРЕЗ ПО ГИДРОСТАНЦИИ БАЙКАЛЬСКОЙ ГИДРОУСТАНОВКИ



Чертеж 17

ПОПЕРЕЧНЫЙ ПРОФИЛЬ ПО ОСИ ПЛОТИНЫ БАЙКАЛЬСКОЙ ГИДРОУСТАНОВКИ



Разруш. коренные породы

Крепкие коренные породы

Галечник

Суглинок

Суглинок

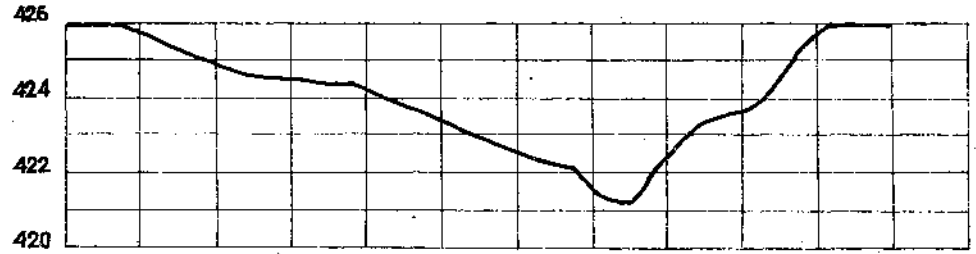
Суглинок

Суглинок

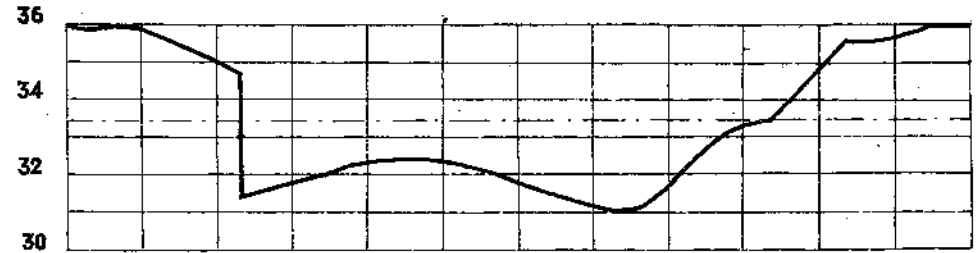
Чертеж 16

БАРХАТОВСКАЯ УСТАНОВКА
ХОД ИЗМЕНЕНИЯ (по 1929-30 г.)

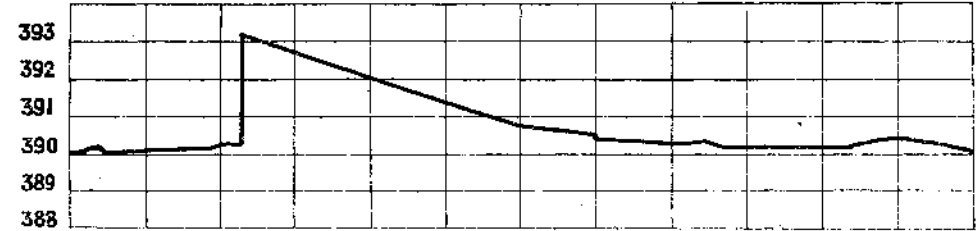
УРОВНЯ ВЕРХНЕГО БЬЕФА



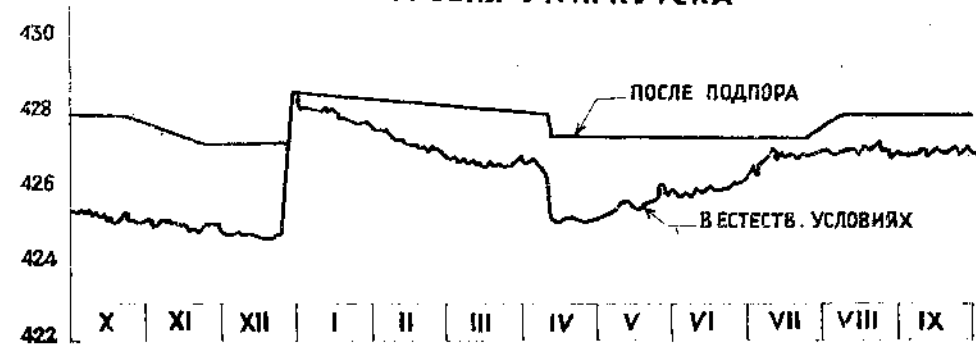
НАПОРА



УРОВНЯ НИЖНЕГО БЬЕФА



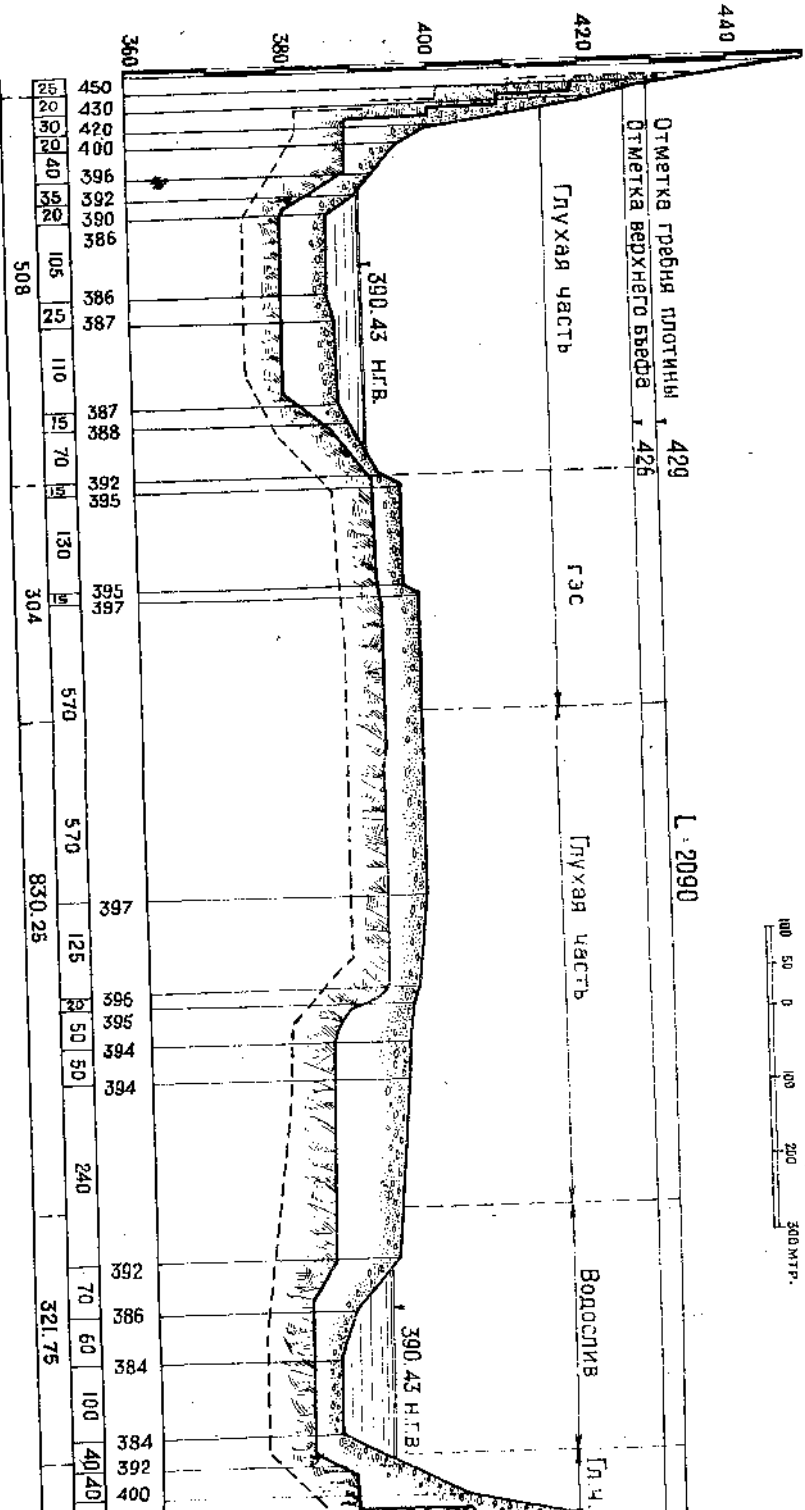
УРОВНЯ У Г. ИРКУТСКА



БАРХАТОВСКАЯ ГЭС.
ПОПЕРЕЧНЫЙ ПРОФИЛЬ Р. АНГАРЫ. СТВОР №5

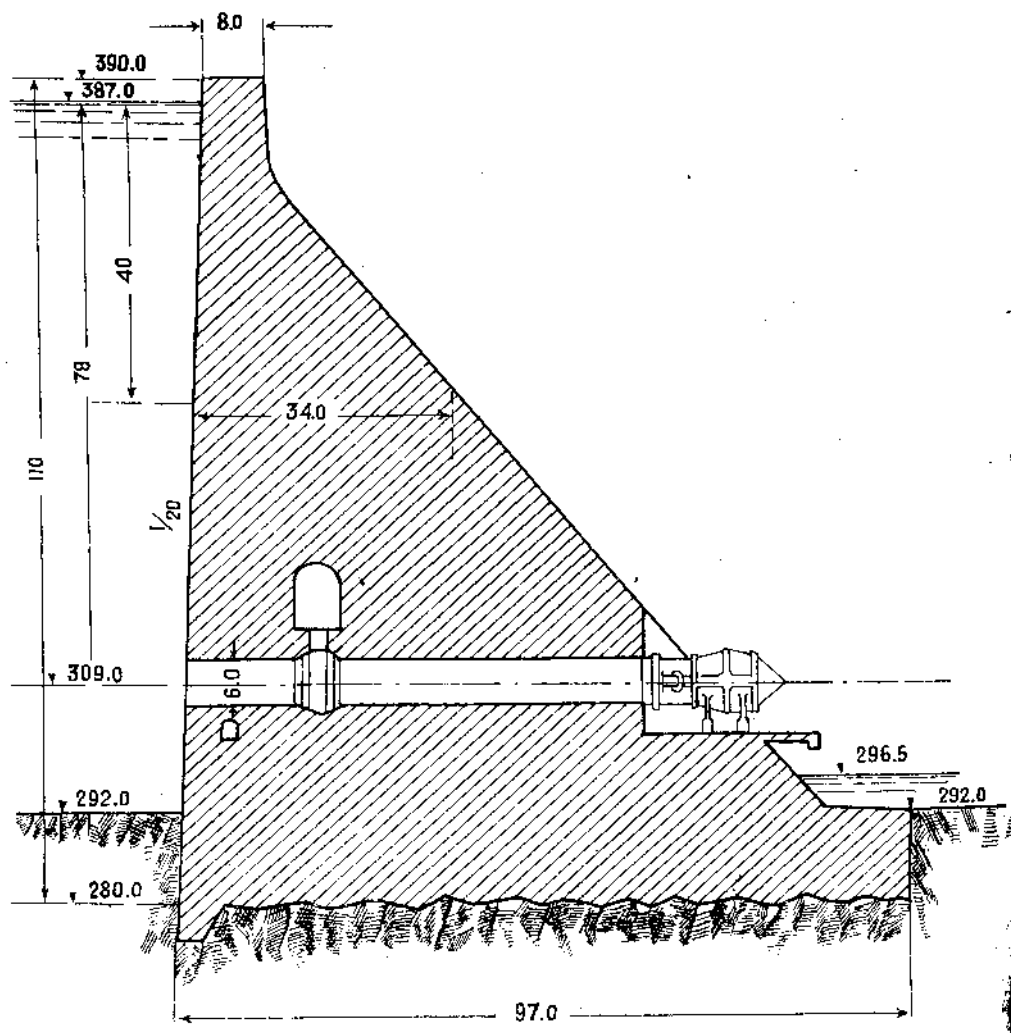
Масштаб:

Правый берег



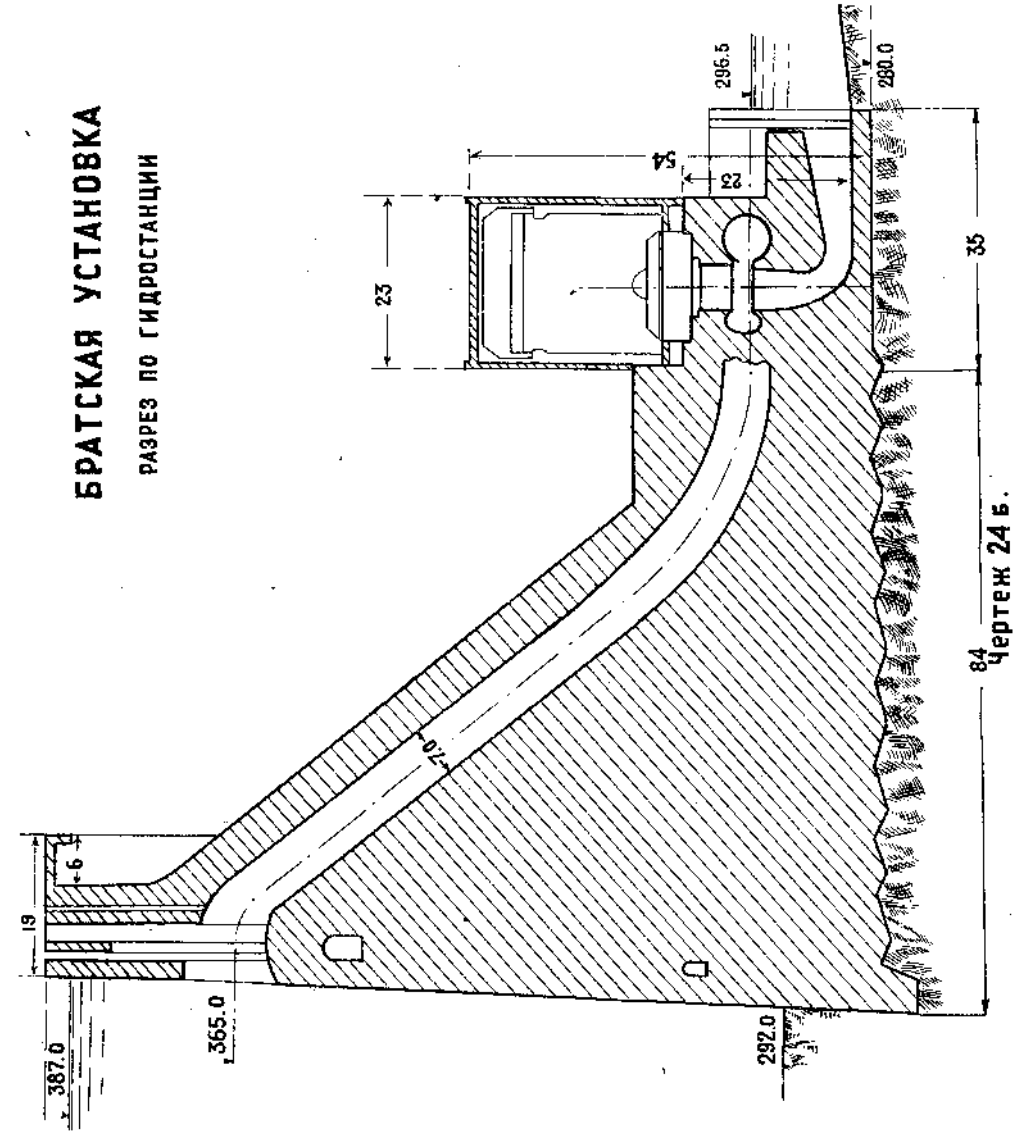
Чертеж 18.

БРАТСКАЯ ПЛОТИНА.
РАЗРЕЗ ПО Телу ПЛОТИНЫ .



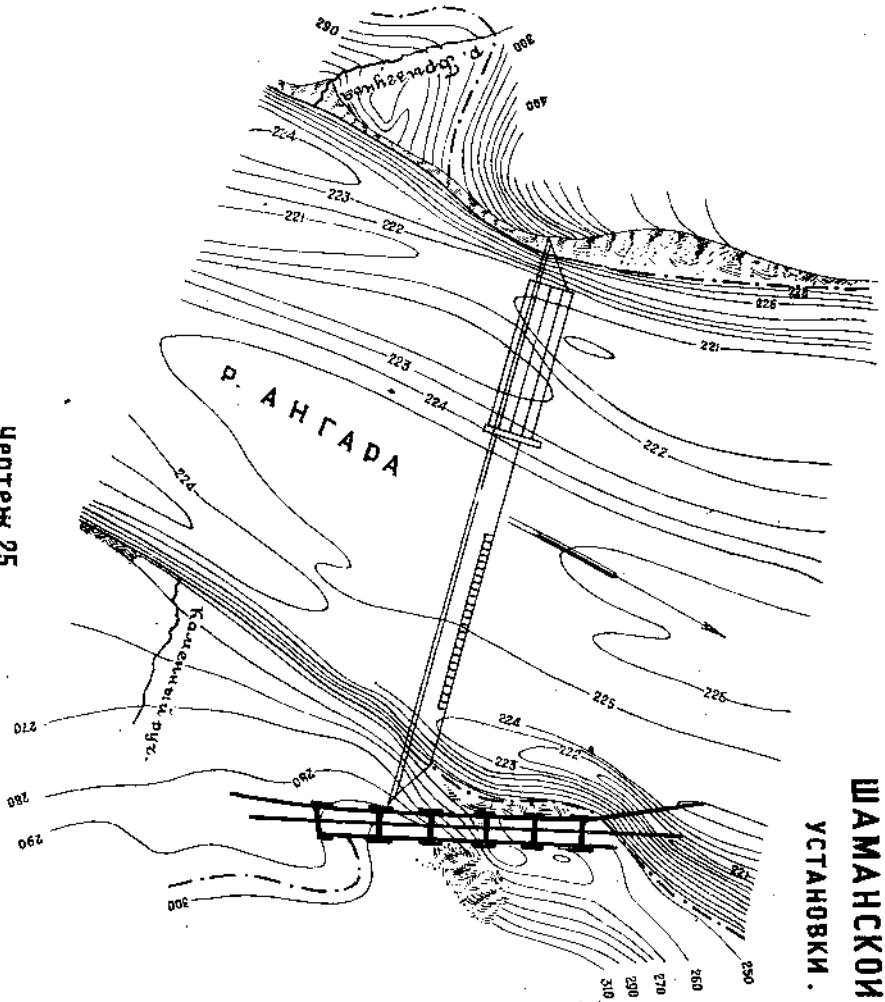
Чертеж 24а

БРАТСКАЯ УСТАНОВКА
РАЗРЕЗ ПО ГИДРОСТАНЦИИ



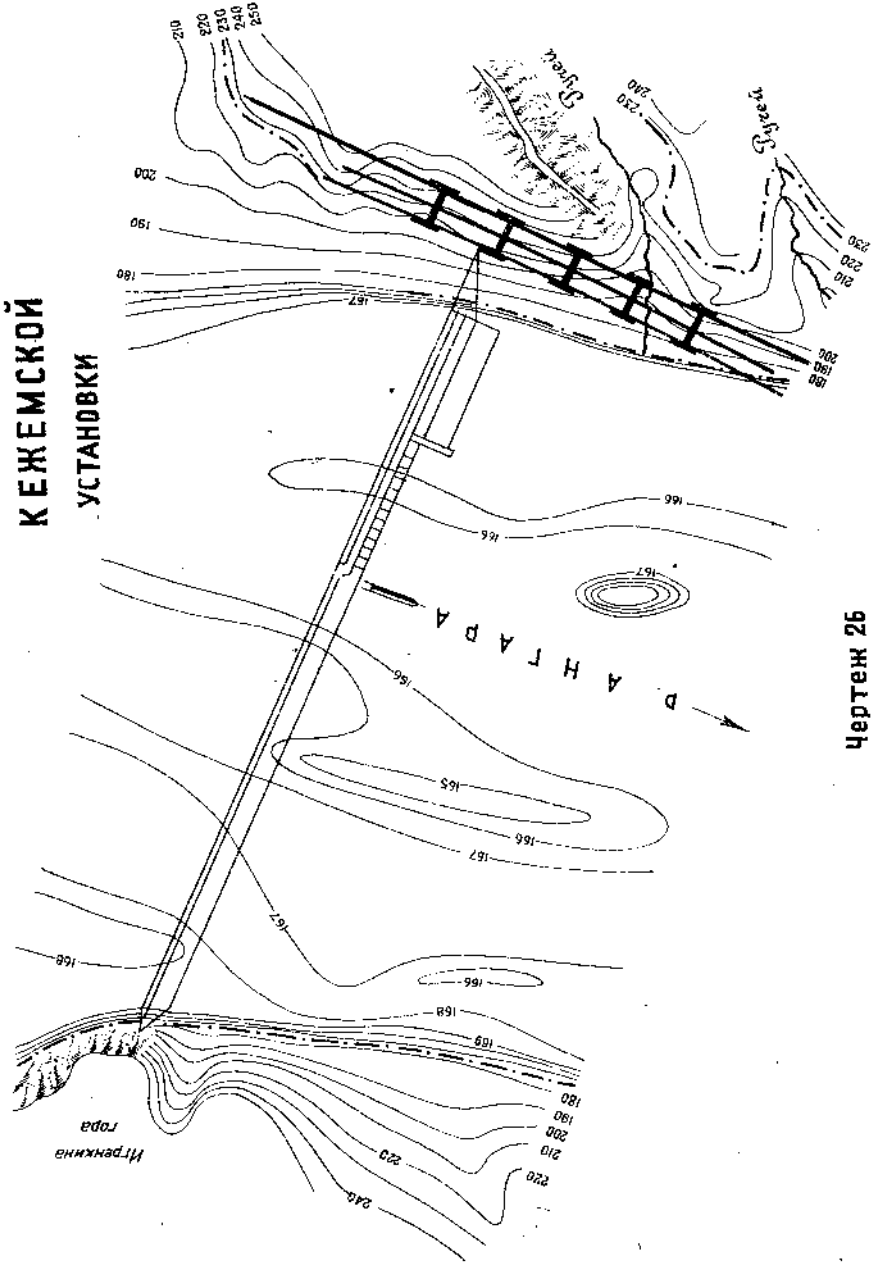
84
 Чертеж 24 б.

Чертеж 25



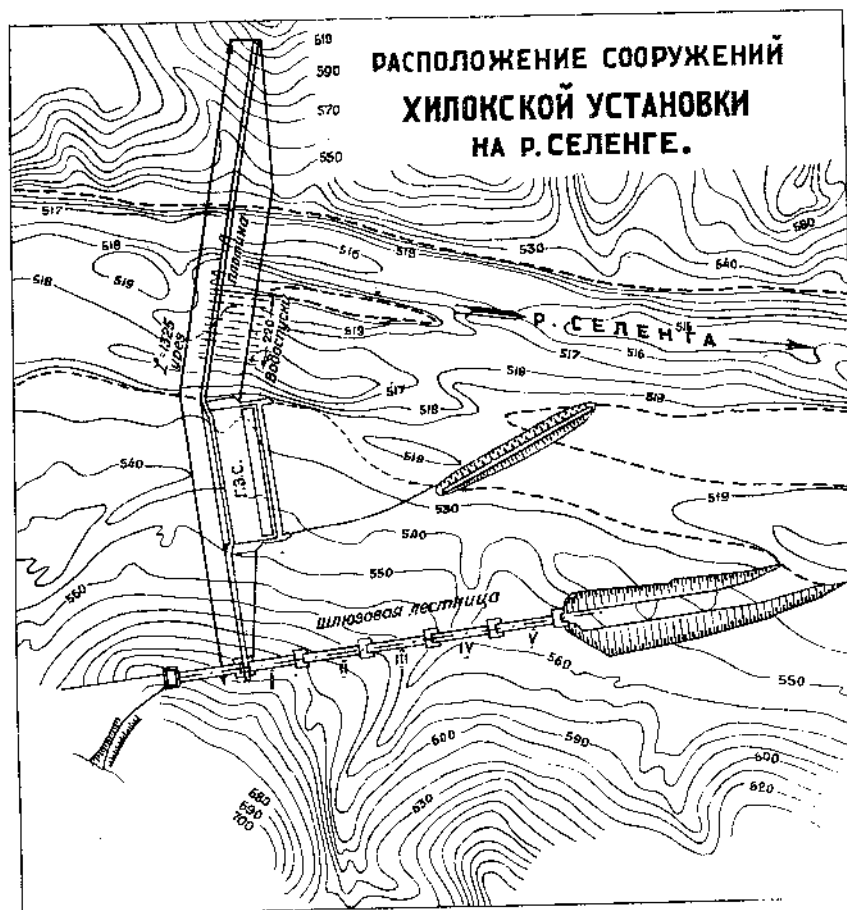
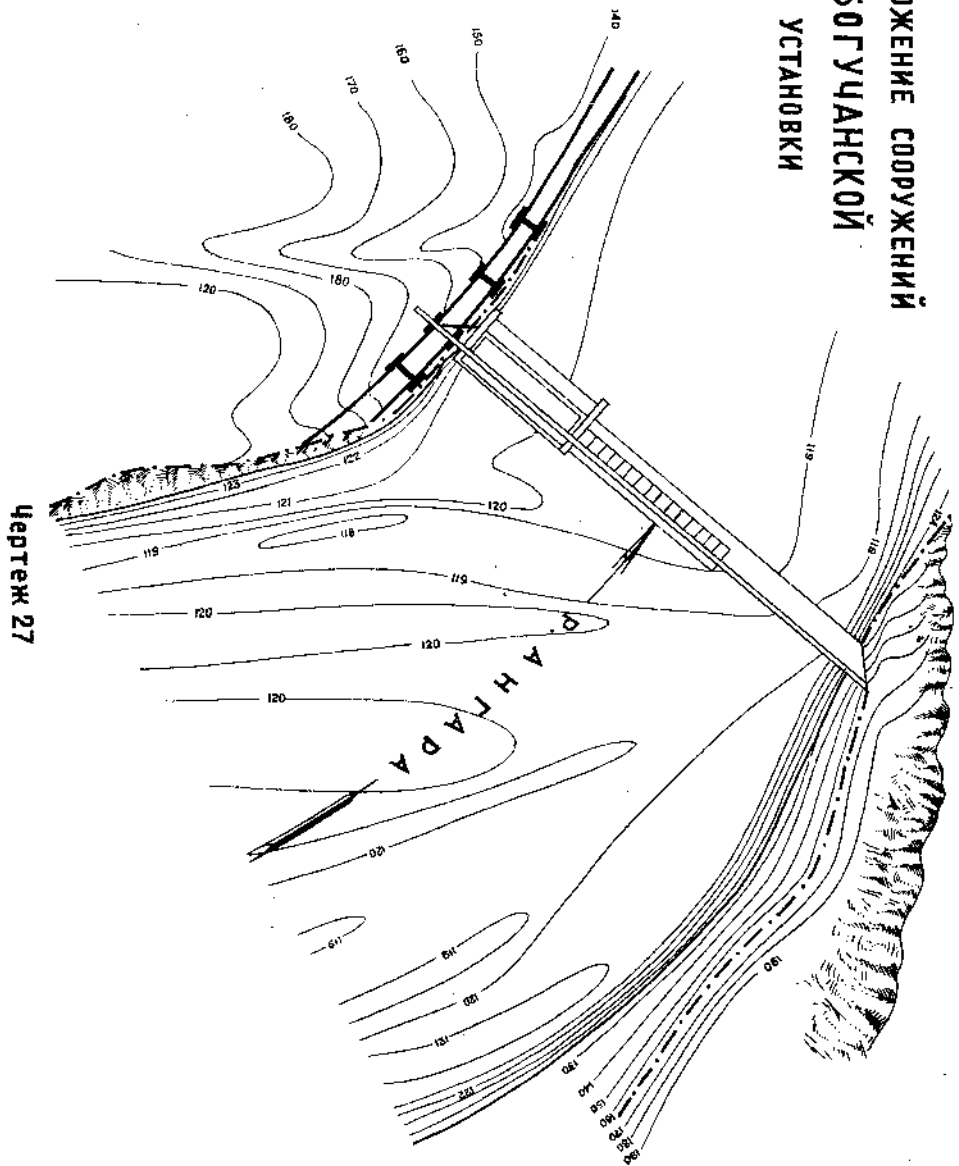
РАСПОЛОЖЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ
ШАМАНСКОЙ
УСТАНОВКИ.

РАСПОЛОЖЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ
КЕЖЕМСКОЙ
УСТАНОВКИ

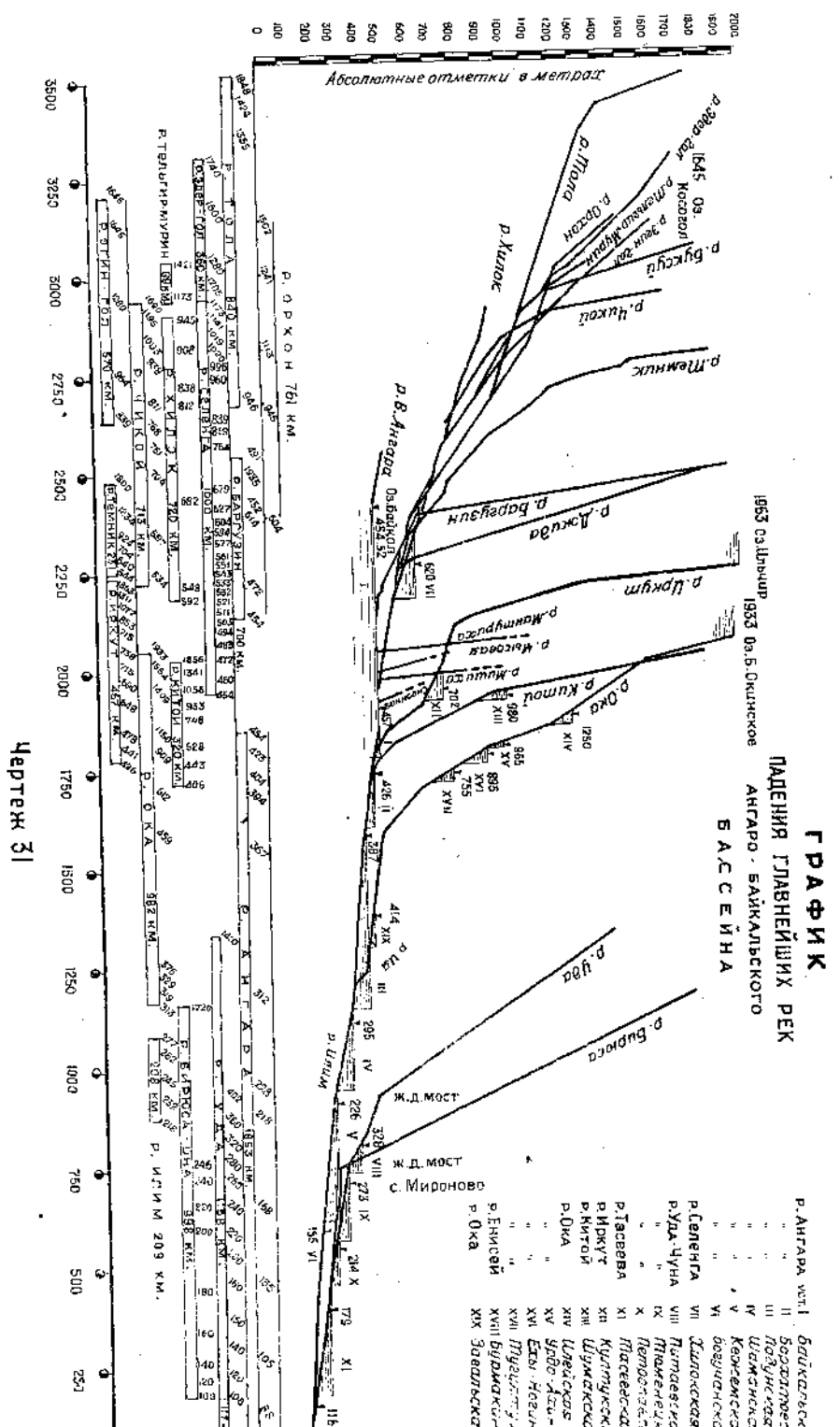


Чертеж 26

РАСПОЛОЖЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ
БОГУЧАНСКОЙ
УСТАНОВКИ



Чертеж 28



СОДЕРЖАНИЕ

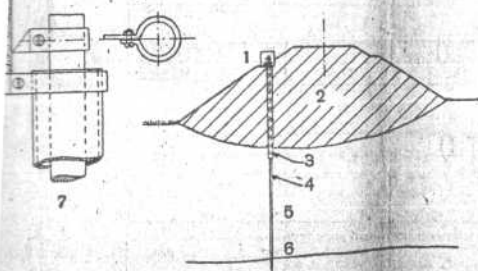
Глава I.	Место Ангары среди источников гидравлического тока в СССР	3
Глава II.	Краткие сведения о работах по изучению Ангарской проблемы	7
Глава III.	Общая характеристика района	11
	1. Орография и геология	11
	2. Климат	15
	3. Населенность	16
	4. Лесные богатства	17
	5. Полезные ископаемые	20
Глава IV.	Кадастровые данные по речной системе бассейна р. Ангары	30
	1. Река Ангара	30
	2. Река Верхняя Ангара и Баргузин	45
	3. Река Селенга	45
	4. Река Иркут	48
	5. Река Китой	53
	6. Река Белая	56
	7. Река Ока	57
	8. Река Илим	60
	9. Река Тасеева	62
Глава V.	Гипотеза использования энергии рек Ангарской системы	66
	1. Общие положения	66
	2. Байкальская установка	78
	3. Бархатовская установка	89
	4. Братская установка	98
	5. Шаманская установка	110
	6. Кежемская установка	112
	7. Богучанская установка	114
	8. Возможное использование притоков реки Ангары	116
	9. Итоги по рекам Ангарской системы	131
	10. Увязка гипотезы использования р. Ангары с наметками по использованию р. Енисея	135
Глава VI.	Ближайшие задачи проектно-исследовательских работ	137
Глава VII.	Промышленное использование энергии Ангарских гидроэлектрических станций	140
	1. Энергетические предпосылки развития Восточной Сибири	141
	2. Экономический эффект от использования Ангарской гидроэнергии для энергоемких производств	147
	3. Электропередача Ангарской энергии	151
	4. Анализ условий организации энергоемких производств на Ангаре	151
	5. Генеральная перспектива Ангаростроя	151
	6. Выделение первоочередного района	151
Глава VIII.	План первоочередных мероприятий по развитию использования Ангары	151
	1. Общие формы Прибайкальского промышленного комплекса	151
	2. Первоочередные предприятия	151
Глава IX.	Заключение	151

СПИСОК ЧЕРТЕЖЕЙ

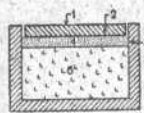
- № 1. Карта СССР с показанием районов расположения источников дешевого тока.
- № 2. Схема размещения гидрометрических станций профилей и важнейших водопостов в системе р. Ангары.
- № 3. Карта-гипотеза использования рек Ангарского бассейна.
- № 4. График колебаний ежедневных расходов р. Ангары в истоке.
- № 5. График колебаний суточных горизонтов воды р. Ангары у Понтонного моста в Иркутске.
- № - 6. Движение кромки льда и стояние уровней реки Ангары в районе истока.
- № 7. График движения кромки льда и стояния уровня реки Ангары.
- № 8. График колебаний суточных расходов реки Ангары у станции Буреть.
- № 9. Кадастровый график мощности реки Ангары.
- № 10. Кадастровый график мощности реки Иркут.
- № 11. Кадастровый график мощности реки Китой.
- № 12. Кадастровый график мощности реки Оки.
- № 13. Схема размещения бьефов по реке Ангаре.
- № 14. Расположение сооружений Байкальской установки.
- № 15. График изменения уровней и напора при средней работанности водохранилища Байкальской ГЭС.
- № 16. Поперечный профиль по оси плотины Байкальской гидроустановки.
- № 17. Разрез по гидростанции Байкальской гидроустановки.
- № 18. Поперечный профиль реки Ангары у Бархатовской ГЭС створ № 5.
- № 19. Ход изменения уровня бьефа и напора Бархатовской установки.
- № 20. Разрез по зданию Бархатовской установки.
- № 21. Расположение сооружений Братской установки.
- № 22. Ход изменения уровней бьефа и напора Братской установки.
- № 23. Разрез по оси плотины и дамбы Братской установки.
- № 24а. Разрез по телу плотины Братской установки.
- № 24б. Разрез по гидростанции Братской установки.
- № 25. Расположение сооружений Шаманской установки.
- № 26. Расположение сооружений Кежемской установки.
- № 27. Расположение сооружений Богучанской установки.
- № 28. Расположение сооружений Хилокской установки на реке Селенге.
- № 29. Схема использования нижнего течения реки Иркут.
- № 30. Схема деривации Култукской ГЭС на реке Иркут.
- № 31. График падения главнейших рек Ангаро-Байкальского бассейна.

Ответств. редактор. *Н. Зимин.*
Техредактор *К. Бирлямина.*
Корректор *А. Незнакомова.*

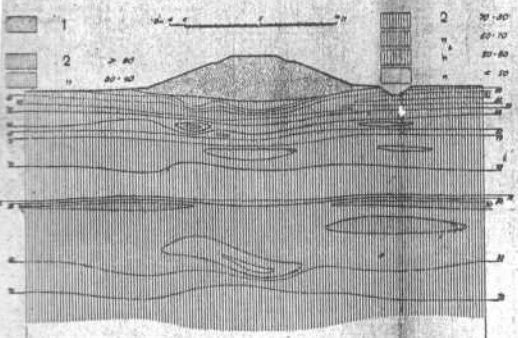
Сдано в набор 4 октября 1935 г. Подписано к печати 22 октября 1935 г. Востсибиряллит № 1260. Огиз № 727. Формат бумаги 62x94¹/₁₆. Тираж 1000. Бумажных листов 5¹/₁₀. Печатных знаков в 1 бум. листе 91400. Учетно-авторских 15,41. Индекс IX НТЗв. Заказ № 1638. Цена 4 р. 15 к. Переплет 50 коп. Иркутск, типография Огиза треста „Полиграфкнига“, ул. Карла Маркса, № 19.



Черт. 1. Расположение приспособлений для постоянных наблюдений за вертикальными осадками оседей.
1 — защитный колпак; 2 — шпиль; 3 — труба 1 1/4"; 4 — круглая сталь 1"; 5 — слабый грунт; 6 — твердый грунт; 7 — деталь измерительного прибора.

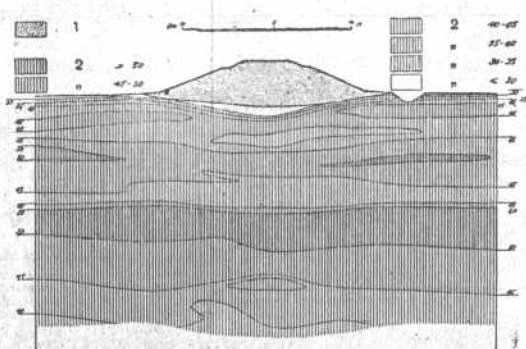


Черт. 2.
1 — нагрузка; 2 — крышка; 3 — коробка; 4 — песок; 5 — глина.

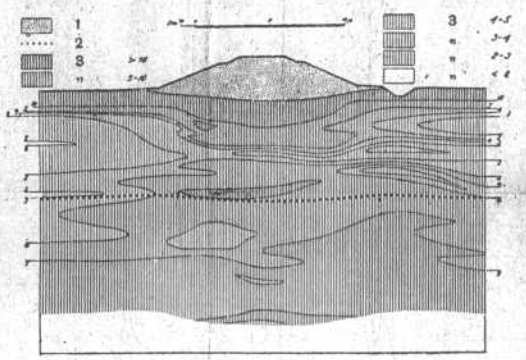


Черт. 3. Коэффициент зернистости. Железная дорога Тиньстад—Савегорден, км 2+336.
1 — песок; 2 — коэффициент зернистости.

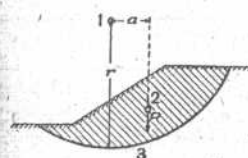
Труды шведской геотехнической комиссии



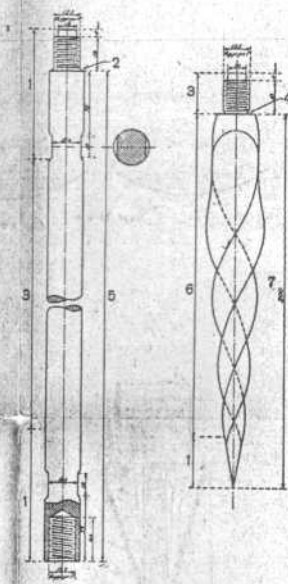
Черт. 4. Содержание влаги. Железная дорога Тиньстад—Савегорден, км 2+380.
1 — песок; 2 — влажность в % к общему весу.



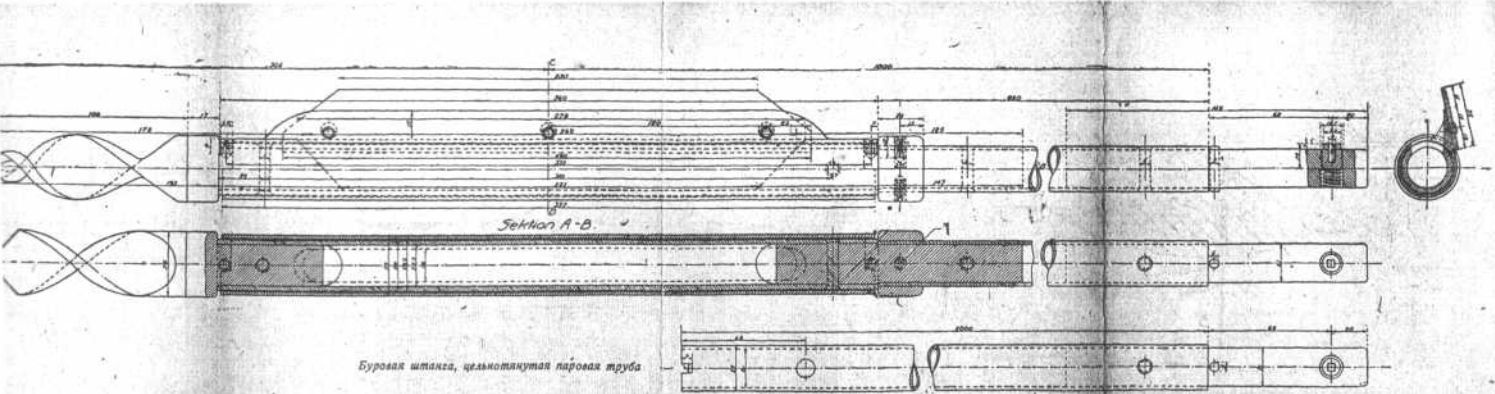
Черт. 5. Сопротивляемость. Железная дорога Тиньстад—Савегорден, км 2+386.
1 — песок; 2 — нижняя граница деформируемых слоев, вычисленная на основании коэффициента зернистости; 3 — коэффициент сопротивляемости (в неразмерном выражении).



Черт. 6. Поверхность оползня и предполагаемая его круговой поверхности обрушения.
1 — ось вращения; 2 — центр тяжести; 3 — предполагаемая поверхность сдвигания площадью, равная 6.



Черт. 7. Левый рисунок — буровая шпунта из круглого железа 19 мм; правый рисунок — шпунта из 25-мм квадратного железа; содержание углерода — 0,5%.
1 — закаленная и несколько отпущенная; 2 — шпунта; 3 — незакаленная; 4 — изрезка; 5 — 1000 мм буровой шпунта смежной с направлением; 6 — сильная завалка; 7 — закручено один раз спирально.

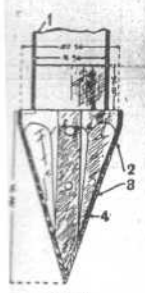


Буровая штанга, цилиндрическая паровая труба

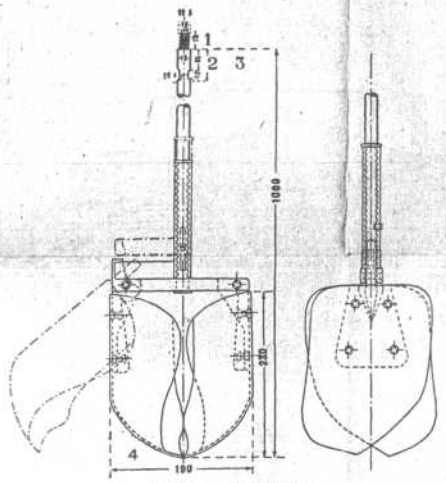
Черт. 9. Желонка с приваренной дополнительной губой. Трубы желонки стальные с содержанием углерода 0,5%. Наружие стальные с содержанием углерода 0,6%, закаленные. Наружний диаметр желонки 33 мм, ширина отверстий 16 мм; применяется и большой тип с диаметром 50 мм и шириной отверстий 22 мм. 1 — содержание углерода 0,35%.



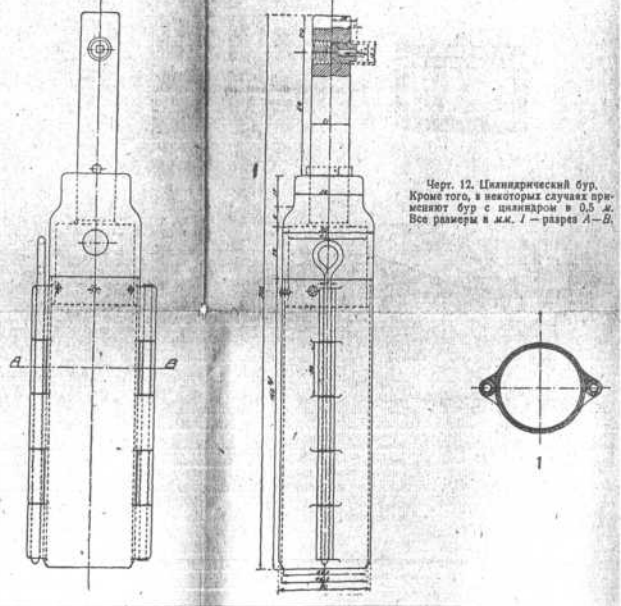
Черт. 8а и 8б.



Черт. 10.
1 — обсадная труба;
2 — 3° гвозди; 3 — гвозди; 4 — 4x25 мм плоское железо.



Черт. 11а и б. Лопастный бур.
1 — 16 винтовых нарезов на 1°; 2 — закаленная и несколько отпущенная;
3 — стальная ручка, содержание углерода 0,5%; 4 — лопастки на 2,5-мм стали, содержание углерода 0,5%. В некоторых случаях применяются черпачки диаметром 120 и 160 мм. Все размеры в мм.



Черт. 12. Цилиндрический бур. Кроме того, в некоторых случаях применяют бур с цилиндром в 0,5 м. Все размеры в мм. 1 — разрез А-В.