

65.9(2P-4Кем)  
Ч-49  
С 44537

ТРУДЫ ИЮНЬСКОЙ СЕССИИ  
ПОСВЯЩЕННОЙ ПРОБЛЕМАМ УРАЛО-КУЗНЕЦКОГО КОМБИНАТА

042 (УКК)

497

А. А. ЧЕРНЫШЕВ

ЭЛЕКТРО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
УРАЛО-КУЗБАССКОГО КОМБИНАТА



С 44537

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
ЛЕНИНГРАД 1988



R.S.L. KEMEROVO

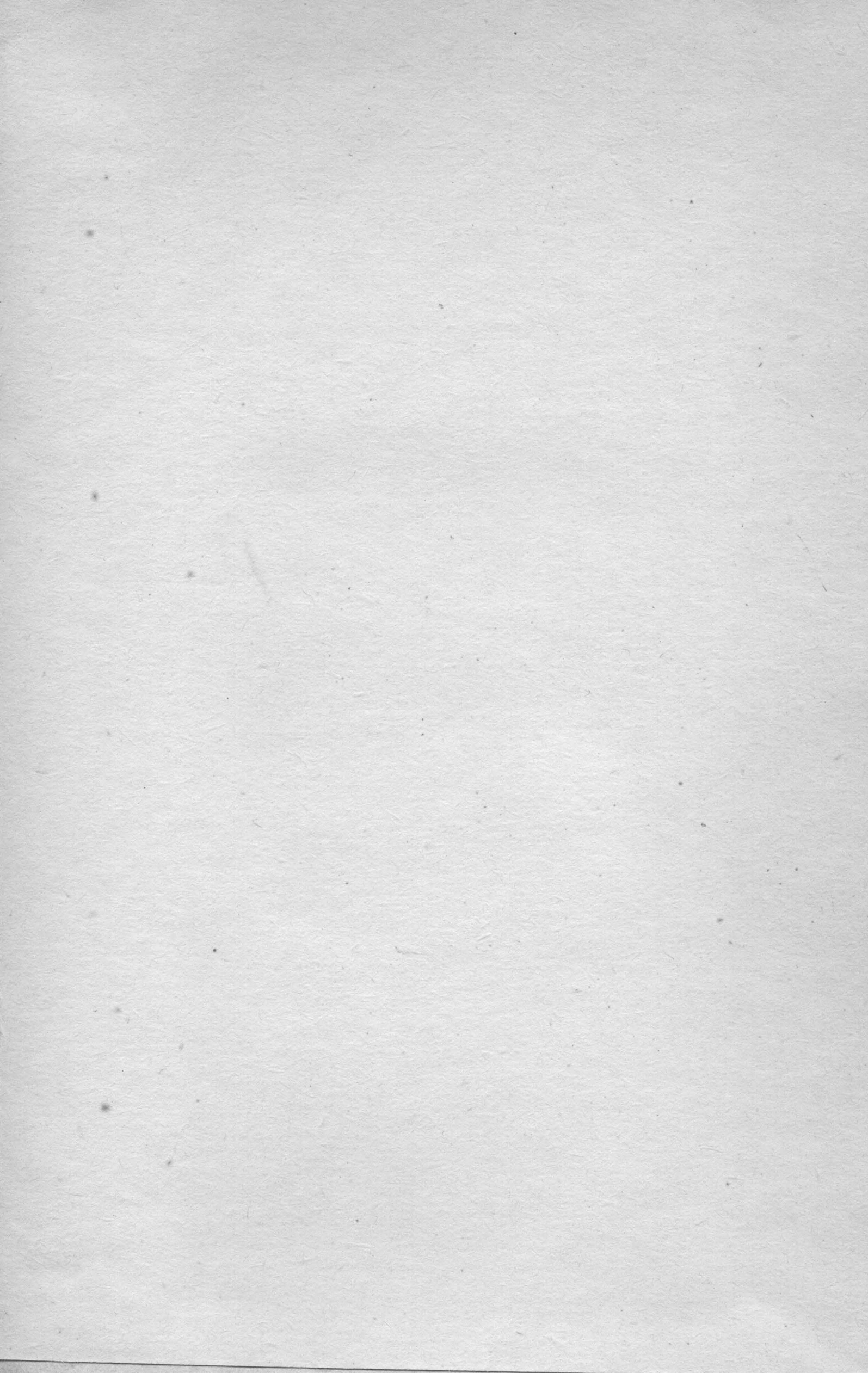


81311

714

21









44537

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР



Акад. А. А. ЧЕРНЫШЕВ

## ЭЛЕКТРО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УРАЛО-КУЗБАССКОГО КОМБИНАТА

Состоявшаяся в первой половине мая с. г. Всесоюзная конференция по генплану электрификации Союза приняла следующие мощности для Урала, Западносибирского края, Восточной (средней) Сибири и Казакской АССР.

Таблица 1

	1932	1937	Генплан
	в тыс. квт		
Уральская область . . . . .	589	3400	5735
Западносибирский край . . . . .	203	1500	3513
Восточносибирский край . . . . .	20	500	6350
Казакская АССР . . . . .	80	700	2680
Итого . . . . .	892	6100	18 288 тыс. квт

Указанные в таблице мощности учитывают лишь энергетические нужды перечисленных в ней районов и, по всей вероятности, значительно отличаются от той общей мощности, которую возможно было бы генерировать в этих районах в том случае, если бы с общей народнохозяйственной точки зрения оказалось целесообразным часть генерируемой энергии перебрасывать из этих районов в другие, как, например, в Средне-Волжский и Нижне-Волжский края, где предполагаемая по Генплану к установке мощность равна около 6 млн. квт. С точки зрения использования энергетических гидроресурсов Западносибирского и Восточносибирского края такая передача являлась бы крайне желательной, так как эти районы, как известно, обладают колоссальными запасами гидроэнергии, которые еще очень долгие годы не смогут быть использованы полностью на месте, так что, по всей вероятности, можно было бы без всякого ущерба для самих этих районов использовать не менее 10 млн. квт в других частях нашего Союза.

В западной части Урало-Кузбасского комбината (УКК), в Уральской области, энергетическими ресурсами являются угольные месторождения, водные силы, торфяники и лесные массивы.

Основные угольные богатства Урала сосредоточены в трех главных районах: на западном склоне — в Кизеловском бассейне, на восточном — в Челябинско-Еманжелинском и на Северном Урале — в Богословском месторождении; из этих районов Кизеловский содержит



спекающиеся в обогащенном виде угли, пригодные для коксования, в то время как Челябинско-Еманжелинский район содержит бурые энергетические угли хорошего качества; что касается до Богословского месторождения, то оно также содержит бурые энергетические угли, но в гораздо меньшем количестве, по сравнению с предыдущим районом.

Кроме вышеуказанных главнейших месторождений известны еще и другие, но так как запасы их пока еще выявлены недостаточными для создания крупных разработок, то в общем энергетическом балансе они не играют существенной роли.

Уральская область обладает довольно значительными гидроресурсами, исчисляемыми более 3 млн. квт, из коих запроектированных или ориентировочно намеченных к использованию — около 1 млн. квт.

Урал располагает крупными торфяниками, сосредоточенными главным образом в северной и средней его частях; более мелкие торфяные болота расположены на Южном Урале и в Башкирии.

Хотя Уральская область и обладает значительными лесными богатствами, но по вполне понятным причинам использование их для целей получения электрической энергии предполагается по генплану сравнительно в очень скромных размерах (в % отношении ко всей мощности).

По первоначальному плану в Уральской области были предложены к осуществлению следующие станции (см. табл. 2). В список этот внесены кое-какие изменения в отношении сроков постройки некоторых станций с таким расчетом, чтобы в 1937 г. общая установленная мощность составила 3400 тыс. квт, вместо первоначально запроектированных 3855 тыс. квт.

Западносибирский край обладает самой крупной в Союзе угольной базой — Кузнецким бассейном, который является основой второго угольно-металлургического центра Союза. Запасы этого района во много раз превосходят запасы первого нашего центра — Донбасса. Кроме Кузбасса в Западносибирском крае расположен еще один крупный угольный бассейн — Абаканско-Минусинский, а около Новосибирска находится Горловское месторождение. Западносибирский край также очень богат сапропелитами с большим содержанием летучих веществ. Высокие качества углей и сапропелитов требуют их использования для металлургических целей и получения нефтепродуктов. Для энергетических целей прежде всего могут быть использованы: 1) отходы при обогащении углей, 2) коксовая мелочь и коксик, 3) полукокс, 4) газы и 5) угольная мелочь.

Торфяные ресурсы Западной Сибири по всей вероятности очень значительны, но расположение их в отдаленной тундре не позволит поставить сколько-нибудь значительного использования, за исключением таких пунктов, которые расположены близко к железнодорожной полосе.

Западносибирский край обладает также очень значительными гидроресурсами, хотя, вообще говоря, реки этого района нормально имеют очень небольшие уклоны, за исключением верховьев, берущих



Таблица 2

**Титульный список электростанций Уральской области в пределах генплана электрификации**

№	Наименование и местонахождение станции	Вид станции	Источник энергии	Мощность в тыс. квт		
				1932	1937	Генплан
1	Тобольские Северные (2 установки) . . . . .  Северный Урал	ТЭЦ	Древесн. уголь	—	—	150
2	Вишера . . . . .	Гидростанц.	Вода	—	—	40
3	Колва . . . . .	»	»	—	—	68
4	Богословско - Надеждинская . . . . .  Северозападный Урал	ТЭЦ	Уголь	—	50	100
5	Соликамская . . . . .	ТЭЦ	Уголь, отходы	—	75	100
6	Березняковская . . . . .	»	» »	72	100	110
7	Кизеловская ГЭС I . . . . .	Конденсат.	» »	76	100	200
8	Кизеловская ГЭС II . . . . .	»	» »	—	250	300
9	Чусовская . . . . .	ТЭЦ	Уголь	—	75	75
10	Чусовская . . . . .	Гидростанц.	Вода	—	—	45
11	Пермская . . . . .	»	»	—	400	400
12	Закамская I . . . . .	ТЭЦ	Дрова, уголь, торф	—	—	75
13	Закамская II . . . . .	»	»	—	100	150
14	Пермская городская . . . . .  Средний Урал	»	Уголь	15	40	100
15	Алапаевская . . . . .	ТЭЦ	Торф	—	—	75
16	Н.-Тагильский металл. завод . . . . .	»	Отходы, газ, торф	—	—	100



(Продолжение табл. 2)

№	Наименование и место-нахождение станции	Вид станции	Источник энергии	Мощность в тыс. квт		
				1932	1937	Ген-план
17	Н.-Тагильский вагоно-строит. завод . . . . .	ТЭЦ	Отходы, газ, торф	—	200	100
18	Н.-Тагильский тук. комбинат . . . . .			—	—	100
19	Егоршинская . . . . .	—	Уголь	22.5	50	50
20	Сипарская . . . . .	ТЭЦ	Газ, торф	—	75	100
21	Ср.-Уральская . . . . .	—	Уголь, торф	—	150	150
22	Пышминский комбинат .	ТЭЦ	Торф, газ	—	—	75
23	Свердловская городская .	»	Уголь	—	200	200
24	Уральский маш. завод .	»	Торф	50	150	200
25	Средне-Уральский комбинат . . . . .	»	Уголь, газы	—	—	—
26	Тагильская городская .	»	Уголь	—	—	30
<b>Ю ж н ы й У р а л</b>						
27	Челябинская I . . . . .	Конденсат.	»	150	150	150
28	Челябинская II . . . . .	—	»	—	800	800
29	Бакал. мет. зав. . . . .	—	»	—	50	50
30	Магнитогорская . . . . .	—	»	98	250	350
31	Кусинский мет. завод .	—	»	—	100	100
32	Челябинская городская .	ТЭЦ	»	—	—	100
33	Челябинский тракторн. завод . . . . .	—	»	—	50	50
34	Златоуст . . . . .	—	»	—	—	15
<b>З а у р а л ь е</b>						
35	Тюменская . . . . .	—	Торф	—	—	75
36	Курганская . . . . .	—	Уголь	—	200	350

(Продолжение табл. 2)

№	Наименование и место-нахождение станции	Вид станции	Источник энергии	Мощность в тыс. квт		
				1932	1937	Ген-план
37	Сарапульская . . . . .	—	Торф Дрова, отходы	—	100	150
38	Кудымкор . . . . .	—		—	—	72
39	Воткинская . . . . .	Гидростанц.	Вода	—	—	250
<b>У р а л</b>						
40	Прочие . . . . .	—	—	105	140	140
Итого по Уральской области . . .				588.5	3855	5735
Итого по последнему варианту . .				588.5	3400	5735

Таблица 3

Титульный список электростанций Западносибирского края в пределах Генплана электрификации

№	Наименование и место-нахождение станции	Вид станции	Источник энергии	Мощность в тыс. квт		
				1932	1937	Ген-план
1	Кемерово . . . . .	ТЭЦ	Уголь	48	400	622
2	Кузнецкая . . . . .	»	»	108	458	758
3	Новосибирская . . . . .	»	»	12	262	385
4	Барнаульская . . . . .	»	»	—	75	234
5	Омская . . . . .	»	»	—	250	320
6	Абаканская . . . . .	»	»	—	—	134
7	Бийская . . . . .	Гидростанц.	Вода	—	55	260
8	Енисейская . . . . .	»	»	—	—	330
9	Томская (р. Томь) . . .	»	»	—	—	200
10	Прочие . . . . .	—	—	30	50	70
Итого по Западносибирскому краю . . .				203	1650	3313
Итого по последнему варианту . . . . .				203	1500	3313



**Титульный список электростанций Казахской АССР в пределах генплана электрификации**

№	Наименование и местонахождение станции	Вид станции	Источник энергии	Мощность в тыс. квт		
				1932	1937	Генплан
1	Караганда . . . . .	—	Уголь	10	85	100
2	Акмолинск . . . . .	—	»	—	60	100
3	Болконская (Коунрад) . . . . .	—	»	—	100	100
4	Семипалатинск . . . . .	—	»	—	48	48
5	Петропавловск . . . . .	—	»	—	50	100
6	Экибас-Туз . . . . .	—	»	—	—	250
7	Джезказган . . . . .	—	»	—	72	72
8	Алма-Ата . . . . .	—	»	—	24	88
9	Чикмент . . . . .	—	»	—	24	150
10	Борчогур . . . . .	—	»	—	—	12
11	Эмбинская (Гурьев) . . . . .	—	Нефть	—	—	150
12	Иртышская . . . . .	Гидростанц.	Вода	—	—	700
13	Река Ульба . . . . .	»	»	—	24	24
14	» Уба . . . . .	»	»	—	60	60
15	» Или . . . . .	»	»	—	—	200
16	» Чарын . . . . .	»	»	—	—	140
17	Аулмеаша . . . . .	—	Уголь	—	—	88
18	Сарысуйская . . . . .	—	»	—	—	48
19	Актюбинск . . . . .	—	»	—	—	50
20	Павлодар . . . . .	—	»	—	50	100
21	Уральск . . . . .	—	—	—	50	50
22	Прочие . . . . .	—	—	20	50	50
Итого по Казахской АССР . . . . .				30	687	2680
Итого по последнему варианту . . . . .				30	700	2680



начало в Алтайско-Саянских горах. Потенциальная мощность рек ориентировочно определяется величиной до 20 млн. квт, из которых около 15 млн. квт являются уже более или менее обследованными.

Первоначально планы включали объекты строительства, указанные на табл. 3.

Казакская АССР является третьей составной частью УКК, составляя основной район для развития цветной металлургии Союза, главным образом, медной; эта часть Союза богата энергетическими ресурсами, а именно: угольными — в Караганде, где расположены очень большие запасы угля высокого качества, а также в ряде других районов (Экибас-Туз, Прииртышские месторождения, Кендырлыкское и Сары-Булакское месторождения и т. д.) нефтяными (Урало-Эмбинский район) и значительными гидравлическими ресурсами (более 6 млн. квт).

В Казакстане предположены к осуществлению перечисленные на таблице 4.

Последняя часть Урало-Кузбасского комбината, Восточносибирский край, является вторым районом в Союзе по абсолютной мощности энергетических ресурсов. Основные ресурсы — это уголь и вода. Несмотря на то, что этот район еще мало обследован, в настоящее время выявлены крупнейшие бассейны ископаемых углей: Чулымо-Енисейский, Канский, Иркутский, Тунгусский и ряд других в Забайкальской области. Гидроресурсы исчисляются колоссальной мощностью, превосходящей 40 млн. квт (средней годовой мощности).

Ниже приведен список электростанций для этой части Союза (табл. 5).

На основании данных предыдущих таблиц составлена табл. 6, выясняющая предполагаемое согласно Генплану использование гидроресурсов для электрификационных целей.

Как видно из этой таблицы, несмотря на наличие больших угольных ресурсов, предполагается также очень значительное использование гидроресурсов, что является вполне рациональным, особенно, если принять во внимание чрезвычайно благоприятные условия сооружения гидротехнических установок, дающих исключительно дешевую энергию.

С другой стороны, так как постройка гидростанций в большинстве случаев требует гораздо большего времени (как на предварительные изыскания, так и на производство гидротехнических сооружений) и сопряжена с гораздо большими капиталовложениями, то естественно, что основная часть гидростанций вступит в эксплуатацию уже после 1937 г., т. е. после конца второй пятилетки. При составлении же плана электрификации на ближайшее время — порядка 5 лет — необходимо иметь перспективный план развития энергетики на гораздо более длинный срок, по крайней мере еще на одно пятилетие вперед, т. е. приблизительно до 1942 г. Конечно, составление такого плана встречает очень большие трудности, главным образом потому, что необходимо, с одной стороны, предвидеть динамику развития всего народного хозяйства в целом, т. е. ход возрастающей его кривой и,



Таблица 5

Титульный список электростанций Восточносибирского края в пределах генплана электрификации

№	Наименование и местонахождение станции	Вид станции	Источник энергии	Мощность в тыс. квт		
				1932	1937	Генплан
1	Черемхово . . . . .	—	Уголь	—	100	300
2	Канук . . . . .	—	»	—	50	150
3	Ст. Зима . . . . .	—	»	—	50	150
4	Илим . . . . .	—	»	—	50	200
5	Бархатовская . . . . .	Гидростанц.	Вода	—	—	750
6	Иркутская . . . . .	»	»	—	—	250
7	Братская . . . . .	»	»	—	—	2600
8	Селенгинская . . . . .	»	»	—	—	800
9	Байкальская . . . . .	»	»	—	600	600
10	Красноярская . . . . .	»	»	—	—	450
11	Прочие . . . . .	—	—	20	78	100
Итого по Восточносибирскому краю . .				20	928	6350
Итого по последнему варианту . . . . .				20	500	6350

с другой стороны, учесть возможный прогресс по основным вопросам энергетики. Как видно из предыдущего, в отношении энергетических ресурсов отдельные части Урало-Кузбасского комбината находятся не в одинаковых условиях; в то время как западная часть его обладает большими тепловыми и гораздо меньшими гидравлическими ресурсами, восточная его часть обладает исключительно обширными как тепловыми, так и гидравлическими богатствами; что касается до средней его части, то здесь наблюдается большой недостаток энергоресурсов, и потому для правильной организации снабжения энергией этой обширной области необходимо очень тщательно изучить всю проблему энергоснабжения в целом. При рассмотрении энергоснабжения этого последнего района, бедного энергоресурсами, необходимо обратить особое внимание на размещение теплоцентралей, так как правильный выбор мест их расположения и мощностей несомненно



Таблица 6

‰ гидравлической мощности по отдельным частям и всему Урало-Кузнецкому комбинату

Наименование части УКК	Мощность гидростанц. 1937 г. в тыс. квт	‰ мощности гидростанц. ко всей мощности 1937 г.	Мощность гидростанц. по Генплану в тыс. квт	‰ мощности гидростанц. ко всей мощности по Генплану
Уральская область . . . .	470	13.8	870	15.2
Западносибирский край	80	5.3	825	24.8
Казакская АССР . . . . .	110	15.5	1150	40.5
Восточносибирский край	250	50	5500	86
Итого по УКК	990	16.2	8345	45.5

даст очень большой экономический эффект и значительно увеличит надежность электроснабжения этого района.

До сего времени вопросы электроснабжения Урало-Кузбасского комбината не были проработаны достаточно полно, да этого и нельзя было сделать в виду того, что и самая проблема лишь недавнего происхождения. Но те расчеты, которые были произведены в последнее время в Ленинграде и Москве, дают уже ряд данных, позволяющих сделать некоторые вполне определенные заключения по поводу основных положений, которые должны лечь в основу энергетики данной части Союза. При планировании и проектировании энергетической системы УКК необходимо, прежде всего, исходить из того, что эта область объединена в один огромный комбинат, в котором необходима органическая, тесная увязка энергетики с целым рядом отдельных хозяйственных единиц и отраслей народного хозяйства. Наибольшая эффективность получится в том случае, если энергетическое хозяйство комплексно будет обслуживать как промышленность и коммунальное хозяйство, так и электрифицированный транспорт и сельское хозяйство. При этом особое внимание должно быть обращено на комбинированную выработку электрической и тепловой энергии при применении пара высокого давления. В виду этого, огромное большинство новых тепловых электростанций предположено осуществить в виде теплоцентралей.

Для УКК ‰ мощности гидроэлектростанции по отношению ко всей мощности по генплану составляет 45.5‰, причем на Восточносибирский край падает 5.5 млн. квт, что составляет 30‰ всей мощности УКК. Едва ли эта огромная мощность будет использована только в Восточносибирском крае. Несомненно, что значительные мощности



будет целесообразно перебросить в другие части УКК, а может быть, как уже было ранее указано, и дальше, что потребует осуществления передачи очень больших мощностей на очень большие расстояния.

Осуществление энергетических связей между отдельными частями УКК в виде мощных электропередач выдвигает особую проблему резерва для всего УКК и его размещения. У нас в Союзе в настоящее время принят крайне малый резерв в размере от 10 до 15% установленной мощности, но уже и такой резерв даст для всего Союза очень большие значения мощности. Даже для одного УКК этот резерв по Генплану составит от 1.8 до 2.5 млн. квт. Не говоря о громадной стоимости такого резерва, самая его установка снижает наши темпы электрификации, так как в каждую пятилетку 4 года будут использоваться для постройки новых станций, которые будут служить для нормального снабжения народного хозяйства электроэнергией, пятый же год будет служить лишь для создания резервной мощности. Естественно, что вопрос о выборе целесообразных значений резервной мощности, при наличии единой высоковольтной сети Союза, должен привлекать особое внимание и должен быть подвергнут самому детальному изучению. Далее, самый тип резерва должен быть подвергнут особому рассмотрению. Имеются все основания считать, что резерв должен быть мгновенным, или так называемым крутящимся резервом, который в каждый данный момент в случае нужды может принять на себя нагрузку потерпевшей аварию машины. В настоящее время турбогенераторы нормально конструируются таким образом, что максимальный коэффициент полезного действия они дают не при максимальной нагрузке, а при так называемой экономической нагрузке, обычно составляющей около 80—85% от номинальной мощности; при этом потребление пара на каждый киловатт наименьшее, а следовательно и расход топлива минимальный. Этот режим и должен являться нормальным для работы тех линий, которые входят в энергетическую систему. При всякой аварии какого-либо из турбогенераторов остальные турбогенераторы, работающие с ним параллельно, автоматически берут на себя его нагрузку, меняя свой экономический режим на новый, менее экономичный, но вполне допустимый как по техническим основаниям, так и по экономическим показателям.

Создание единой высоковольтной системы, в данном случае объединяющей в одно целое энергетическое хозяйство столь обширной части нашего Союза, какой является УКК, даст возможность использовать для производства плановых ремонтов сезонную мощность гидростанций и таким образом или сократить, или вовсе уничтожить ту часть резервной мощности, которую у нас в последнее время называют ревизионной мощностью. Для этой же цели может быть использована мощность так называемых конденсационных хвостов на новых теплоэлектроцентралях. В связи с исключением отопительной нагрузки в летнее время часть пара пониженного давления освобождается. Как известно, котельные представляют наиболее дорогую часть всей установки теплоэнергоцентралей, и поэтому является экономически целесообразной установка дополнительных турбогенераторов, которые



использовали бы летом указанные выше конденсационные хвосты. Наличие единой высоковольтной сети, объединяющей отдельные районы в одно целое, даст возможность перебрасывать резервную мощность по мере надобности из одного района в другой, что сведет к минимуму затраты на сооружение резервной мощности.

При тех огромных размерах, которые принимает наше энергетическое строительство, и при наличии социалистической системы народного хозяйства с централизованным снабжением отдельных отраслей его с общих районных станций, установка мелких агрегатов на электростанциях естественно отпадает, и приходится базироваться на агрегатах-турбогенераторах мощностью в 25, 50, 100 и 200 тыс. квт. По-видимому, для теплофикационных агрегатов придется базироваться на мощностях 25 и 50 тыс. квт. Ведущая роль энергетики в развитии народного хозяйства настолько выявилась, что даже при отсутствии нагрузки в районе сооружаемой электростанции едва ли будет целесообразным, учитывая быстрый рост потребления энергии, начать сооружение с мелких агрегатов и затем лишь переходить к крупным. Кроме того, наличие связи с другими районами в виде электропередач даст возможность перебрасывать часть свободной мощности в другие районы и таким образом создать приемлемые с экономической точки зрения условия эксплуатации такого рода станций, даже в первые годы их существования.

Проблема экономии топлива, использования местных низкосортных топлив и отбросов топлива, вместе с задачей комбинированной выработки электрической и тепловой энергии требуют самого широкого применения пара высокого давления. Сейчас еще трудно сказать, какое давление в наших условиях явится наиболее целесообразным, но уже и сейчас можно считать вероятным применение пара не ниже 60 атм. давления. Очень вероятен переход к 100 атм., на котором в настоящее время в результате своего опыта остановились американцы.

При выборе правильного соотношения между тепловыми, теплофикационными и гидравлическими электростанциями и при наличии мощных электропередач, связывающих отдельные районы УСК в одно энергетическое целое, размер резервной мощности, по всей вероятности, может быть сведен к самым минимальным значениям, едва ли превышающим 5% установленной рабочей мощности.

Вопрос о железнодорожном транспорте топлива для Урало-Кузбасского комбината для электроэнергетических целей играет очень серьезную роль и должен быть изучен особо детально не только с экономической точки зрения, но и с точки зрения целесообразности загрузки транспорта его перевозками. Выше указывалось на то, что средняя часть Урало-Кузбасского комбината бедна энергетическими ресурсами. В виду этого предполагаемые к сооружению теплоцентрали в Новосибирске, Омске, Кургане и по всей вероятности в Петропавловске (последняя не предусмотрена Генпланом) должны будут пользоваться привозным топливом. В этом случае необходимо обратить особое внимание на возможность использования этих станций



в виде вращающегося резерва, вследствие чего линии электропередач должны иметь большую пропускную способность, т. е. быть магистрального типа. Расчет же исключительно на топливные ресурсы, в больших количествах перебрасываемые по железным дорогам из угольных районов для питания электростанций, сводит линии электропередачи, связывающие отдельные районы, к маневренному типу.

В условиях Урало-Кузбасского комбината связывающие отдельные районы электропередачи имеют характерные особенности, присущие как линиям маневренного, так и магистрального значения. Основными факторами, которые будут требовать большего или меньшего приближения линий к тому или другому типу, являются: размещение электростанций, их мощность и величина резервов. Для получения наиболее рационального разрешения энергетического снабжения данного района необходимо произвести детальное изучение ряда вариантов с экономическими подсчетами всех основных капитальных и эксплуатационных затрат не только на энергетику, но и на транспорт. В результате такого рода подсчетов может быть произведено сравнение с технической и экономической точки зрения как чисто магистральных и маневренных линий, так и линий со смешанными функциями. Конечно, при условии приблизительно равной стоимости линий с преобладающими маневренными или магистральными характеристиками предпочтение безусловно должно быть отдано линиям магистрального значения, так как в этом случае мы получим разгрузку транспорта от перевозок топлива.

При техническом рассмотрении данной проблемы должен быть разрешен вопрос об основных факторах, определяющих те или другие характеристики линий электропередач и в частности вопрос о величине тех рабочих напряжений, которые прежде других факторов сказываются на характеристиках линий. Я позволю себе еще раз подчеркнуть, что маневренная способность линий передач стоит в тесной связи с величиной необходимой резервной мощности в районе, обслуживаемом данными линиями, и потому необходимо изучение вопроса о количестве и расстановке резерва в зависимости от характера линий и величины применяемого напряжения. Параллельно должен быть изучен вопрос о секционировании линий с целью локализации аварий и увеличения устойчивости параллельной работы станций. Весьма существенным является изучение вопроса о возможности незначительной длительной перегрузки турбогенераторов, так как при проектируемых расстояниях электропередач и огромных мощностях станций небольшая перегрузка входящих в энергетическую систему машин позволит в период аварии получить очень значительные мощности, могущие частично заменить резерв. Все вышеуказанное ставит перед нами вопрос о резерве в условиях нашего энергетического хозяйства в совершенно другом виде по сравнению с тем, какой имеется в капиталистических странах. Проблема создания междурайонных связей с целью переброски резервов и для основного маневрирования мощностями, а также для питания электрифицированных железных дорог может быть разрешена для УКК при условии применения напряжения в 200 кв.



Однако уже к концу второго пятилетия потребуется переброска столь больших мощностей, в особенности от гидростанций, что гораздо экономичнее и рациональнее перейти уже сейчас к гораздо более высоким напряжениям порядка 400 кв.

Что касается до переброски мощностей, исчисляемых уже миллионами киловатт из Кузбасского района на Урал, а может быть и дальше, то эта техническая проблема требует для своего разрешения применения гораздо более высокого напряжения постоянного или переменного тока.

При выборе трасы для линий электропередач магистрального значения и размещения вдоль них компенсационных пунктов с синхронными компенсаторами необходимо принимать во внимание интересы электрифицируемого транспорта и сельского хозяйства. Такое комбинированное использование электропередач дает для всего Союза очень большую экономию в капитальных затратах на электрификацию отдельных отраслей народного хозяйства и позволит иметь гораздо более надежные в эксплуатационном отношении сооружения с гораздо более высокой пропускной способностью.

Электроснабжение Урал-Кузбасса в силу вышеуказанных особенностей требует детального изучения всех перечисленных выше проблем.

В Союзе к изучению электроэнергетических проблем УКК приступлено во второй половине прошлого года, причем проекты электромагистралей при напряжении 220 кв прорабатывались в Москве в секторе сетей Энергостроя, а при напряжении 380 кв в Электро-физическом институте в Ленинграде. В виду чрезвычайно большого объема работы, за это время просчитаны лишь наиболее важные варианты, дающие возможность сделать основные выводы относительно электроснабжения этого громадного района. В дальнейшем я остановлюсь лишь на вариантах 380 кв, после чего приведу результаты сравнения этих вариантов с вариантом 220 кв. Расчет линий передач от Уфы через Зигазу, Бакальск, Челябинск, Омск, Новосибирск до Минусинска и Енисейска имел основной целью выяснить возможность передачи большой гидравлической мощности в центральный промышленный район УКК и соединения угольных районов магистральными связями с местами потребления энергии. С этой целью необходимо было произвести следующие расчеты:

Электрический расчет линий с целью выяснения наивыгоднейшего режима линии, т. е. наивыгоднейшего перепада напряжения с точки зрения выяснения необходимой мощности синхронных компенсаторов и потерь в линии.

Разработка энергетической схемы с целью рационального выбора числа цепей и рационального распределения резервов, причем линии должны сохранять магистральное значение при сохранении в полном объеме маневренной способности.

Расчет токов короткого замыкания для определения максимальной разрывной мощности масляных выключателей.

Расчет устойчивости параллельной работы станций, который является решающим для линий большой протяженности.



Выбор конструкции провода, изоляции, железных и деревянных опор, пригодных для напряжения 380 кв.

Экономический расчет, доведенный до стоимости передаваемого квт/часа. (В основных чертах был разработан вопрос о сравнении стоимости железнодорожного транспорта энергии в виде транспорта угля со стоимостью электрической передачи энергии).

Общая установленная мощность, принятая для расчета, вместе с резервом составляет 7800 тыс. квт, принятые при расчете мощности (по заданию Энергоцентра) в отдельных пунктах в большинстве случаев близки к тем, которые утверждены Конференцией по Генплану электрификации СССР, за исключением того, что по Генплану особое развитие получают гидростанции на Енисее и Ангаре с притоками, что скажется на необходимости при использовании их энергии в районах УКК еще больше повысить рабочее напряжение, по всей вероятности до 440 кв, вместо 380 кв.

Энергетическая схема этого обширного района такова, что само собой напрашивается разделение ее на две части: западную и восточную, с разделом в Челябинске, который по плану должен иметь достаточную мощность не только для удовлетворения местных нагрузок, но и для подачи энергии на запад и восток (см. табл. 7 и 8, варианты I и II).

Расчеты, произведенные в Электро-физическом институте, исходили из применения для всех межрайонных связей 380 кв линейного напряжения, позволяющего передавать очень значительные мощности на большие расстояния. Это тем более необходимо, что, если исходить из динамики развития УКК, в будущем, при неизбежном росте местных нагрузок, несомненно придется мощность конденсационных и теплофикационных станций восточной группы потреблять в основном на месте, с тем, что гидравлическая мощность Енисея и его притоков должна будет перебрасываться на большое расстояние в район Омск — Курган, что было бы нерационально осуществлять при напряжении 220 кв. Электрический расчет был произведен для значительного количества вариантов, приводить которые здесь не представляется возможным; в приведенных ниже табл. 7 и 8 даны основные результаты — характеристики по двум основным вариантам: первый из них с преобладанием двух цепей на всем протяжении (в дальнейшем, для сокращения, этот вариант называется двухцепным) и второй — со значительным числом участков, имеющих одну цепь (одноцепный). Более подробные обоснования двухцепного и одноцепного вариантов будут даны ниже при рассмотрении энергетических соотношений; но здесь же необходимо указать, что с точки зрения электрического расчета даже одноцепный вариант вполне разрешает задание Энергоцентра по снабжению потребителей во всех точках магистрали. Что же касается до двухцепного варианта, то он не только решает задание, но и предусматривает возможность дальнейшего значительного роста нагрузок. С этой точки зрения одноцепный вариант может быть назван вариантом первой очереди, двухцепный же — второй очереди.

В задачу электрического расчета входило нахождение наивыгоднейших режимов работы магистрали с точки зрения регулирования,



Вариант I

Основные характеристики схемы

Наименование подстанции	Нагрузка мвт	Мощн. теплотен-тралей мвт	Мощн. конденса-ционн. станц. или гидростанц. мвт	Мощн., поступаю-щая или отдавае-мая в сеть мвт	Мощность транс-форматоров мва	Мощность ком-пенсаторов мва	Число 380 кв ячеек	Число км трех-фазных линий (сечение 400 мм <sup>2</sup> )
Уфа . . . . .	375	150	—	225	375	150	6	2×200
Зигаза . . . . .	695	360	—	345	500	180	9	2×150
Бакальск . . . . .	470	150	—	320	500	—	10	2×220
Челябинск . . . . .	770	500	1250	+ 940 <sup>1</sup>	1200	—	12	+1×220
Челябинск . . . . .	—	—	480	+ 300 <sup>1</sup>	540	—	6	2×255
Курган . . . . .	250	—	—	250	400	—	8	260
Петропавлоск . . . . .	290	—	—	290	500	60	8	2×275
Омск . . . . .	425	300	—	125	250	—	7	2×312.5
Жел.-дор. полуст . . . . .	140	—	—	140	240	—	8	2×312.5
Новосибирск . . . . .	525	300	—	225	375	—	9	2×300
Кемерово . . . . .	725	500	640	+ 255	560	—	10	+1×300
Кузнецк . . . . .	950	500	680	+ 160*	300	—	8	2×260
Минусинск . . . . .	1385	600	320	465	600	—	9	2×260
Енисейск . . . . .	—	—	1100	+ 900	1210	—	15	3×180
	7000	3350	4470	+2555 —2385 + 170 (потери)	7550	390	125	1— 960 одн. 2—2725 дв. 6410 км

+ показывает отдачу энергии в сеть.

— » получение энергии из сети.

\* округлено с учетом потерь в линии и трансформаторах.

<sup>1</sup> Оперативный резерв: Челябинск . . . 40+180=220 мвт

Кемерово . . . 40+180=160 »

Кузнецк . . . 40+180= 70 »

Всего . . . . . 450 мвт



Вариант II

Основные характеристики схемы

№	Наименование подстанции	Нагрузка	Мощность тепло-централей мвт	Мощн. конденса-ционных станций или гидростанций мвт	Мощн. поступаю-щая или отдавае-мая в сеть мвт	Мощность транс-форматоров	Мощность кон-денсаторов	Число ячеек 380 кв	Число км трех-фазных линий (сечение 400 мм <sup>2</sup> )
1	Уфа . . . . .	375	150	—	225	375	100	6	3×200
2	Зигаза . . . . .	695	350	150 <sup>1</sup>	345	375	—	8	2×150
3	Бакальск . . . . .	470	150	—	320	500	300	9	2×200
4	Челябинск . . . . .	770	500	1200	+ 940	1190	—	10	—
5	Челябинск . . . . .	—	—	600	+ 580	680	—	7	2×255
6	Курган . . . . .	250	—	—	250	400	—	8	1×260
7	Петропавловск . . . . .	290	—	200 <sup>1</sup>	290	300	—	6	1×275
8	Омск . . . . .	425	300	100 <sup>1</sup>	125	200	—	5	1×312.5
9	Жел.-дор. полуст . . . . .	140	—	—	140	300	60	5	1×312.5
10	Новосибирск . . . . .	525	300	—	225	375	—	7	2×300
11	Кемерово . . . . .	725	500	550	+ 350	510	—	7	1×260
12	Кузнецк . . . . .	950	500	450	—	200	—	5	1×260
13	Минусинск . . . . .	1385	600	100	685	850	30	10	3×180
14	Енисейск . . . . .	—	—	1100	+ 900	1210	—	15	
		7000	3350	4450	+2770 —2605 165 (потери)	7465	490	108	дв. 1305 од. 1860 4470 км

Примечание. Здесь, как и в табл. 7, мощность синхронных компенсаторов показана меньшей, чем по данным электрического расчета, в виду того, что предполагено, что часть резервной мощности генераторов используется в качестве синхронных компенсаторов.

<sup>1</sup> Оперативный резерв: Зигаза . . . . . 150 мвт  
 Петропавловск . . . . . 200 »  
 Омск . . . . . 100 »  
 456 мвт



определения необходимой мощности синхронных компенсаторов, определения потерь. С этой целью были произведены расчёты в виде отдельных вариантов как для одноцепной, так и для двухцепной схем. Основными вариантами, с которыми производились сравнения для обеих схем, являлись варианты с постоянным напряжением вдоль всей магистрали. Затем были просчитаны варианты с перепадом напряжения. Общий перепад напряжения из соображений регулирования напряжения у потребителей был выбран в 10% как на западном, так и на восточном участках магистрали; на отдельных же участках перепад напряжения выбирался каждый раз в зависимости от проходящей по участку мощности и от близости и мощности генерирующей станции. Как нормальный способ применялось регулирование при помощи синхронных компенсаторов, при аварийных же режимах допускалось в отдельных случаях повышение напряжения генераторов тепловых станций в пределах 5%. Последний способ регулирования напряжения дает возможность на отдельных участках очень сильно экономить на мощности синхронных компенсаторов за счет использования реактивных мощностей самих генераторов на ближайших генерирующих станциях. Вопрос этот однако требует значительного изучения, особенно с целью использования реактивной мощности теплоцентралей.

Основные варианты при постоянстве напряжения вдоль всей магистрали дали в отношении суммарных потерь (в % от суммарной мощности приемников по всей линии) вполне приемлемые результаты, а именно:

для двухцепного варианта . . . . . 7.50%  
для одноцепного варианта . . . . . 7.20%

что дает для коэффициента полезного действия всей магистрали

для двухцепного варианта . . . . . 93.30%  
для одноцепного варианта . . . . . 94 %

Отличительной чертой результатов, полученных при подсчетах с перепадом напряжения, является уменьшение мощности синхронных компенсаторов, при некотором небольшом увеличении потерь на линии, каковые однако с избытком компенсировались уменьшением потерь в синхронных компенсаторах за счет снижения их мощности.

Рассмотрение аварийных режимов показывает, что как одноцепный, так и двухцепный варианты дают очень значительный запас надежности. Авария даже на самых тяжелых участках магистрали (в виде выхода из строя агрегата максимальной мощности) не дает угла расхождения между напряжениями больше 30° и, следовательно, в отношении пропускной способности оба варианта позволяют загружать магистрали значительно большей мощностью, чем предусмотренные в настоящее время. Так, при одноцепном варианте можно дополнительно передавать 200 мвт в район Петропавловска, т. е. можно использовать паводок Енисея для сельскохозяйственных районов, предъявляющих в летнее время большой спрос на электроэнергию; по двухцепной же схеме можно дополнительно передать 300—400 мвт в район Петропавловск — Курган. В результате при двухцепном вари-

К Е М Е Р О В С К И  
Центральной библиотеки  
имени СЕРГЕЕВЫХ



анте потребность района Новосибирск—Курган в мощности до 1000 мвт может быть удовлетворена Енисейской гидростанцией при небольших дополнительных затратах. Если учитывать динамику развития электрифицируемого района, то ее кратко с энергетической точки зрения можно охарактеризовать следующим образом.

В первое время развития района, вследствие недостаточного освоения мощных энергетических и сырьевых баз восточной части УКК, надо ожидать переброски значительных количеств энергии с запада на восток, в дальнейшем же, при соответствующем развитии районов, движение потоков энергии в средней и восточной частях УКК примет направление с востока на запад, от Енисея к Челябинску, главным образом, за счет передачи энергии от гидростанций. Освобождающаяся же благодаря этому энергия в Челябинском районе, в свою очередь, будет передаваться также в западном направлении.

Детальные подсчеты показали, что при напряжении 380 кв имеется полная возможность снизить установленную мощность приблизительно на 600 мвт против задания.

Основными чертами энергоснабжения этого громадного района с протяженностью линий магистрального значения на расстояние около 3000 км в широтном направлении являются: разрез системы на две части в Челябинске, что требуется из условий устойчивости и токов короткого замыкания, раздел питания примерно в географическом центре всей магистрали (Петропавловск в I варианте и Омск во II) и питание огромного района Курган—Новосибирск, лишенного собственных значительных энергетических ресурсов, с двух концов от Челябинска и Кемерово-Енисея.

Рассмотрение энергетической схемы УКК дает возможность сделать следующие выводы:

1. Величина мощностей, которые могут быть переданы по линии напряжения в 380 кв, говорит о том, что если уже в приведенных выше вариантах роль линий для питания районов весьма значительна (около 40% всех нагрузок района питается от линии 380 кв), то при передаче мощности того порядка, который определяется пропускной способностью линий, эта роль их возрастает еще больше. На последнее обстоятельство необходимо обратить особое внимание, как уже было указано выше. Генпланом предусматривается очень широкое использование гидроэнергии Енисея, Ангары и их притоков.

2. Запроектированная магистраль УКК обладает весьма высокой маневренной способностью, обеспечивающей бесперебойное снабжение района энергией не только в мирное, но и в военное время.

С этой точки зрения едва ли допустимо, чтобы линия передачи такого района обладала меньшей маневроспособностью; это допущение ставило бы под угрозу бесперебойность снабжения района.

3. Что касается величины напряжения, на котором должны работать питательные и маневренные линии, выполняющие роль межрайонных связей, то это зависит от мощности районов и их отдаленности друг от друга.



Для разбираемого случая, связи Урала с Кузнецким бассейном, если и можно говорить об изменении напряжения, то, по моему мнению, только лишь в сторону его повышения; расчеты, произведенные в Ленинграде, а также приведенные выше соображения показывают, что при напряжении ниже 380 кв линия передачи, связывающая эти два района, не может в достаточной мере выполнять ни питательных, ни маневренных функций.

4. Следует указать на желательность выяснения в каждом отдельном случае комбинации напряжений высших и низших, как попытку дать наиболее экономичное решение вопроса. Однако надо отметить, что при проектировании связи таких мощных районов, как рассматриваемые, необходимо подходить к этому вопросу с достаточной осторожностью.

Так, например, комбинация напряжения 220 и 380 кв для магистрали УКК нецелесообразна из условий аварийных режимов: участки слабо загруженные, работающие при напряжении в 220 кв, при авариях не в состоянии пропустить больших мощностей, а это приводит к перебоям в снабжении энергией отдельных пунктов района.

КЕМЕРОВСКАЯ  
Центральная библиотека  
имени СВЯТЫХ ЦАРЕЙ  
ИОАКИМОВ  
КРАЕВАЯ  
БРОШЮРА  
13855/33  
БИБЛИОТЕКА



~~10470~~  
~~5323~~



