Российское акционерное общество
энергетики и электрификации "ЕЭС России"

Проектно-изыскательский и научно-исследовательский
институт по проектированию энергетических систем
и электрических сетей

"ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ"

Э Т А Л О Н

ПРОЕКТА (РАБОЧЕГО ПРОЕКТА) ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 500 КВ И ВЫШЕ

Том 2. Линия электропередачи

№ I4320тм-т2

Главный инженер		В.С. Ляшенко
Начальник НТО		А.М. Кулаков
Гл. специалист НТО		В.Г. Хотинский

Москва - I994 г.

gost.e-ecolog.ru

I4320тм-т2

СОСТАВ ЭТАЛОНА
проекта (рабочего проекта) ВЛ 500 кВ и выше

Том I.	Пояснительная записка	I4320тм-тI
Том 2.	Линия электропередачи	I4320тм-т2
Том 3.	Организация строительства	I4320тм-т3
Том 4.	Сметная документация	I4320тм-т4
Том 5.	Материалы изысканий	
Книга I.	Отчет по инженерно-геодезическим изысканиям	I4320тм-т5
Книга 2.	Отчет по инженерно-геологическим, инженерно-гидрологическим и инженерно-метеорологическим изысканиям	I4320тм-т6
Книга 3.	Отчет по комплексным изысканиям большого перехода	I4320тм-т7

I4320тм-т2

Содержание тома 2

Стр.

Общие положения. 4
Проект ВЛ 500 кВ Т... – К... 5

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящий том эталона проекта (рабочего проекта) линии электропередачи напряжением 500 кВ и выше содержит образец выполнения тома I проекта на примере ВЛ 500 кВ Т... - К... .

Технические решения, принятые в настоящем образце выполнения ВЛ, а также приведенные в нем численные значения являются иллюстративным материалом.

Образцы выполнения приложений к настоящему тому не прикладываются.

Чертежи, не приложенные к тому, выполняются по форме, установленной действующими нормативно-методическими документами (руководствами, эталонами, указаниями и пр.), а при отсутствии таковых по формам и с условными обозначениями, принятыми в многолетней практике проектирования института "Энергосетьпроект".

I4320тм-т2

Российское акционерное общество
энергетики и электрификации "ЕЭС России"

Проектно-изыскательский и научно-исследовательский
институт по проектированию энергетических систем
и электрических сетей

"___ ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ"

П Р О Е К Т

линии электропередачи 500 кВ
Т..... – К.....

Том I. Линия электропередачи

Главный инженер

Главный инженер
проекта

Начальник технического
отдела

Начальник ОКП ЛЭП

I99_ г.

I432Стм-т2

А Н Н О Т А Ц И Я

Проект ВЛ 500 кВ Т.... - К.... выполнен на основании технического задания, утвержденного РАО "ЕЭС России" ..... I9__ г., и в соответствии с ТЭО строительства этой ВЛ, утвержденным приказом РАО "ЕЭС России" от ..... № ..... .

ВЛ 500 кВ Т.... - К.... предназначена для передачи избытков мощности из Т....ой энергосистемы в К....ую энергосистему.

Протяженность ВЛ - 400 км.

Провод 3 х АС 300/39, грозозащитный трос С-70, два троса по всей ВЛ.

На линии применены в качестве основных унифицированные стальные опоры: промежуточные - на оттяжках и свободностоящие; анкерно-угловые - трехстоечные свободностоящие (нормальной высоты и с подставками). Фундаменты - унифицированные железобетонные сваи и подножники.

Изоляция линии - гирлянды из стеклянных изоляторов, линейная арматура серийного производства.

В состав проекта входит большой переход через р. О.... с переходным пролетом I375 м.

Проектом предусмотрено сооружение ячеек на существующих подстанциях Т.... и К.... для присоединения проектируемой ВЛ.

Проектом предусматривается установка устройств релейной защиты, противоаварийной автоматики и высокочастотной связи.

Полная базисная стоимость строительства объекта 353,2 млн. руб., в том числе:

- стоимость строительства ВЛ 282,5 млн. руб.;
- стоимость строительства большого перехода 20,7 млн.руб
- стоимость расширения подстанций 39,8 млн. руб.

I4320тм-т2

СОСТАВ ПРОЕКТА

Том I. Линия электропередачи
Том 2. Организация строительства
Том 3. Сметная документация
Том 4. Материалы изысканий

Книга I. Отчет по инженерно-геодезическим изысканиям

Книга 2. Отчет по инженерно-геологическим, инженерно-гидрологическим и инженерно-метеорологическим изысканиям

Книга 3. Отчет по комплексным изысканиям большого перехода

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА I

	Стр.
I. Исходные данные и основания для проектирования.	II
2. Присоединение линии к подстанциям	I3
3. Перечень объектов строительства	I4
4. Пусковой комплекс	I5
5. Трасса ВЛ	I6
6. Климатические условия	I9
7. Провода и тросы	2I
8. Опоры и фундаменты.	22
9. Изоляция, защита от перенапряжений, заземляющие устройства.	28
I0. Пересечения препятствий. Переустройства . . .	32
II. Большой переход	34
I2. Средство связи. Защита линий связи от влияния.	38
I3. Плавка гололеда	4I
I4. Релейная защита и линейная автоматика	42
I5. Расчеты устойчивости и ПА	58
I6. Расширение подстанции	85
I7. Организация эксплуатации.	92
I8. Охрана труда и техника безопасности	94
I9. Охрана окружающей природной среды	95
20. Технико-экономические показатели и показатели эффективности ВЛ	I00
Приложения (в составе образца не приводятся, кроме ведомостей и материалов по ПА)	
I. Техническое задание на разработку проекта ВЛ	-
2. Приказ РАО "ЕЭС России" об утверждении ТЭО строительства ВЛ 500 кВ Т....-К.... от ..... №	-
3. Постановление администрации Т....й области о согласовании трассы.	-

Стр.

4. Постановление администрации К....й области о согласовании трассы. . . . . -
5. Разрешение на природопользование для ВЛ 500 кВ Т.... - К...., выданное Т....м областным комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов. . . . . -
6. Разрешение на природопользование для ВЛ 500 кВ Т.... - К.... , выданное К....м областным комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов. . . . . -
7. Ведомость вырубки просеки I04
8. Ведомость строительных конструкций ВЛ I06
9. Ведомость монтажных материалов ВЛ I09
I0. Ведомость оборудования ВЛ II0
II. Ведомость заземляющих устройств ВЛ. II2
I2. Ведомость оборудования ВЧ каналов связи по ВЛ . II4
I3. Основные технические характеристики устройства ЛАДВ II5
I4. Основные технические характеристики микропроцессорного устройства АЛАР-М. I22

ЧЕРТЕЖИ

I. Обзорный план трассы . . . . . -
2. Принципиальная схема электрических соединений сетей 220 кВ и выше ..... части ОЭС ..... на ..... год . . . . -
3. План подхода ВЛ к ПС Т.... . . . . -
4. План подхода ВЛ к ПС К.... . . . . -
5. Расстановка опор по профилю на участке уг. 5 - уг. 7 . . . . . -
6. Профиль перехода через р. О.... . . . . -
7. Расстановка опор по профилю в пойме р. О.... . -
8. Расстановка опор по профилю в пойме р. Н..... . . . . -
9. Расстановка опор по профилю в пойме р. Л..... . . . . -

стр.

I0. Расстановка опор по профилю в пойме р.П..... -
II. Схема транспозиции проводов ..... -
I2. Схема плавки гололеда на тросе ..... -
I3. Расширение ПС Т...Схема принципиальная электрическая главная I35
I4. Расширение ПС Т...План ОРУ 500 кВ I36
I5. Расширение ПС Т... Генеральный план (фрагмент) I37
I6. Фундаменты под переходные опоры ПП500-I/I00 ..... -
I7. Фундаменты под концевые опоры К 500-I ..... -
I8. Схема защиты опор от ледохода в пойме р.О..... -
I9. Схема защиты опор от ледохода в поймах р.Н... и р.Л.. -
20. Схема организации каналов ВЧ связи на ВЛ..... I38
2I. Схема линейно-эксплуатационной связи I39
22. Схема размещения устройств защиты, автоматики и регистрирующих приборов на ВЛ..... I40
23. Схема размещения защит РЗ и А по трансформаторам тока I4I
24. ПА.Схема рассматриваемого района сети 500 кВ..... I42
25. Структурная схема размещения и взаимодействия устройств ПА..... I43
26. Задание на проектирование каналов связи для ПА I44
27. Таблица пусковых органов и управляющих воздействий ПА I45
28. Таблица характеристик дозировки УВ ПА I46
29. Структурная схема устройства фиксации перегрузки связи ОЭСТ-ОЭСК I47
30. Схема размещения и взаимодействия устройств АЛАР I48

Чертежи, не приложенные к тому, выполняются по форме, установленной действующими нормативно-методическими документами (руководствами, эталонами, указаниями и пр.), а при отсутствии таковых-по формам и с условными обозначениями, принятыми в многолетней практике проектирования института "Энергосетьпроект".

I. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ОСНОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Проект ВЛ 500 кВ Т.... – К.... выполняется на основании:

– технического задания на разработку проекта, утвержденного РАО "ЕЭС России" ..... I99_ г.;

– ТЭО строительства ВЛ 500 кВ Т.... – К.... , разработанного институтом "..... Энергосетьпроект" в I99_ г.;

– приказа РАО "ЕЭС России" об утверждении ТЭО строительства ВЛ 500 кВ Т.... – К.... от ..... I99_ г. № .....;

– перечня № I проектно-изыскательских работ по переходящим и вновь начинаемым объектам РАО "ЕЭС России" на I99_ г., утвержденного Правлением РАО "ЕЭС России";

– разрешений на природопользование для ВЛ 500 кВ Т.... – К.... , выданных Т.... и К.... областными комитетами охраны окружающей среды и природных ресурсов;

– "Схемы развития ОЭС ..... на 2000 г. с учетом перспективы", утвержденной Департаментом энергетики и электрификации..... в I99_ г.

Обоснование необходимости сооружения межсистемной ВЛ 500 кВ Т.... – К.... подробно разработано в составе ТЭО строительства этой линии.

Рассмотрение и согласование ТЭО не выявило замечаний и возражений по существу необходимости сооружения ВЛ 500 кВ между энергосистемами Т и К. Основные положения энергетического обоснования, приведенные в ТЭО рассматриваемой электропередачи, принципиальных изменений не претерпели, а выводы по ТЭО могут быть положены в основу выполняемого проекта. Вместе с тем, последние проработки по уровням перспективного электропотребления в энергосистеме "К", связанные с более высокими темпами роста электронагрузок, определяют целесообразность уточнения отдельных параметров электропередачи. К ним прежде всего следует отнести принятое в ТЭО сечение проводов межсистемной ВЛ 500 кВ. При выполнении ТЭО рассматриваемой ВЛ 500 кВ конструкция фазы ВЛ была принята 3х300 мм^2.

Сечение ВЛ определяется по величине расчетного перетока мощности в нормальном режиме и базируется на балансовых

перетоках мощности. Уточнение баланса мощности энергосистемы "К" позволило определить балансовые перетоки мощности проектируемой электропередачи, которые по годам эксплуатации ВЛ приведены в табл. I.I.

Таблица I.I

Переток мощности по ВЛ 500 кВ ПС Т – ПС К

МВт

Стадия проектирования	По годам эксплуатации					
	I997	I999	200I	2003	2005	2007
ТЭО	650	800	725	850	805	805
Проект	650	840	840	890	900	920

При нормируемом значении плотности тока $j_{эк.}$=I,0 А/мм^2 сечение проводов с учетом величины расчетного значения тока по ВЛ на пятом году ее эксплуатации, поправочного коэффициента, учитывающего изменение величины тока по годам рассматриваемого периода, и числа часов использования максимального перетока мощности определилось значением 870 мм^2. Ближайшее нормируемое сечение для ВЛ 500 кВ составляет 3х300 мм^2. Таким образом, настоящим проектом подтверждается принятое в ТЭО сечение проводов ВЛ 500 кВ.

2. ПРИСОЕДИНЕНИЕ ЛИНИИ К ПОДСТАНЦИЯМ

Как указано в выполненном ТЭО строительства данной ВЛ, она подключается к существующим подстанциям 500 кВ Т.... и К.... .

В связи с этим подключением настоящим проектом предусмотрено расширение и реконструкция ОРУ 500 кВ подстанции Т.... (см. главу I3 "Расширение подстанций").

Во избежание взаимного пересечения на подходе к ПС К.... проектируемой ВЛ с ВЛ 500 кВ К.... - С.... последняя подключается в свободную ячейку № 4, а на ее место в ячейку № 2 подключается проектируемая ВЛ.

Подходы проектируемой ВЛ к подстанциям Т.... и К.... приведены на чертежах № ..... и № ..... .

3. ПЕРЕЧЕНЬ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

По настоящему проекту в состав сооружений входит строительство следующих объектов:

I) ВЛ 500 кВ Т.... – К.... протяженностью 400 км;

2) расширение ОРУ 500 кВ ПС Т.... (оборудование ячеек для подключения ВЛ, установка реактора 500 кВ);

3) жилые дома в г. Т.... и пос. В.... для эксплуатационного персонала.

4. ПУСКОВОЙ КОМПЛЕКС

Проектируемая ВЛ после ее сооружения включается на напряжение 500 кВ, поэтому в пусковой комплекс входят объекты, перечисленные в главе 3.

5. ТРАССА ВЛ

По сравнению с утвержденным ТЭО строительства трасса ВЛ 500 кВ Т.... - К.... претерпела следующие изменения:

I) На основании требования К.... областного комитета охраны окружающей среды и природных ресурсов на участке угол .... - угол .... трасса проложена в обход лесного массива С..... го лесхоза, а на участке угол.... - угол .... удалена от территории поселка М.... на расстояние I,0 км.

2) В связи с изменением формы владения земельными участками по требованию землевладельцев и землепользователей частично изменена трасса на участках угол.... - угол .... и угол .... и угол .... .

3) На основе анализа возможных конструктивных решений по устройству фундаментов изменена трасса на участках прохождения ее по болотам и заболоченным землям, а именно между углами .... и .... и .... и .... .

С учетом указанных изменений трасса ВЛ 500 кВ Т.... - К.... имеет следующие показатели:

Протяженность трассы - 400 км.

Коэффициент удлинения по отношению к воздушной прямой - - I,22.

Количество углов поворота - 40.

Протяженность угодий по трассе:

Пашня	30 км
Луг	60 км
Выгон	30 км
Лес и кустарник	230 км
в т.ч.	
лес по болоту	200 км
Заболоченные участки	40 км
Болота	I90 км
Прочие угодья	20 км

Рельеф трассы равнинный, частично холмистый. Отметки по трассе от I0 до I50 м.

Грунты по трассе представлены глинами, суглинками, в основном находящимися в пластичном состоянии, супесями, песками мелкими и средней крупности с включением гравийно-галечникового материала.

По трассе ВЛ имеют большое распространение озерно-болотные отложения, представленные торфами мощностью:

до 0,6 м (заболоченные участки) протяженностью 40 км,
от 0,6 до 3,0 м протяженностью I50 км,
св. 3,0 м протяженностью 40 км.

Дно болот сложено суглинками, глинами и песками.

Грунтовые воды встречаются по всей трассе ВЛ на глубине 0-I,5 м на протяжении 340 км и I,5-3,0 м - на протяжении 60 км.

На участках протяженностью I00 км грунты обладают пучинистыми свойствами.

Район прохождения трассы не сейсмичен.

Местность, по которой проходит ВЛ, характеризуется сильно развитой гидрографической сетью. Трасса ВЛ пересекает большое количество водотоков I и II группы, озер, затапливаемых пойм. Общая протяженность пойм и акваторий рек и озер по трассе - 90 км.

Трасса пересекает 4 реки, относящиеся к водным объектам 2 группы. Переход через р. О... является большим переходом и освещен в главе II.

ВЛ пересекает судоходные реки Н.... , Л.... и П.... , относящиеся к У классу по судоходству.

Река Н.... - правобережный проток р. О.... . Ширина русла в месте перехода I05 м, ширина поймы - 2700 м, наибольшая глубина затопления - 3,4 м. Ледоход проходит руслом и по пойме. Размер льдин 2 х 3 м, толщина льда до 0,3 м. Габарит от провода до наивысшего уровня воды I4,5 м.

Река Л.... - правобережный приток р. О.... . Ширина русла в месте перехода 307 м, ширина поймы - 5900 м, наибольшая глубина затопления - 4,4 м. Ледоход проходит руслом и по пойме. Размер льдин 2 х 3 м, толщина льда до 0,3 м. Габарит от провода до наивысшего уровня воды I4,5 м.

Река П.... – правобережный приток р. О.... . Ширина русла в месте перехода I52 м, ширина поймы 3700 м, наибольшая глубина затопления I,5 м. Ледоход проходит руслом. Габарит от провода до наивысшего уровня воды I7,5 м.

Подробное описание трассы с характеристикой условий на ней приведено в материалах изысканий.

6. КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Расчетные климатические параметры по проектируемой ВЛ 500 кВ с учетом названных в главе 5 изменений трассы и дополнительных данных по опыту эксплуатации ВЛ и ЛС в районе ее расположения и в аналогичных условиях приняты следующие:

I. Температура воздуха:

- Высшая +40°С
- Низшая минус 45°С
- Среднегодовая 0°С
- Наиболее холодной пятидневки – минус 40°С.

2. Максимальный нормативный скоростной напор ветра (скорость ветра) на высоте I5 м от земли:

– без гололеда – 550 Па (30 м/с) по всей трассе, кроме участка угол I9 – угол 22 (пойма реки О.... и переход через О....) протяженностью I0,2 км, где он принят равным 800 Па (36 м/с);

– при гололеде – I40 Па (I5 м/с) и 200 Па (I8 м/с) соответственно.

3. Гололедно-ветровые нагрузки

Участок	Протяж., км	$в_э$, мм при χ=0,9	$в_{уг}$, мм макс. голед	$V_г$, м/с ветер при макс. гол.	$в_{эв}$, мм при χ =0,9 при V max при гол.	$в_{ув}$, мм при V max при гололеде	$V_в$, м/с максим. ветер при гололеде
ПС Т – угол 5	40	I5	8,0	I6	9,7	6,8	I9
угол 5 – угол 9	30	I5	I9,6	I5	I9,5	II,6	2I
угол 9 – угол I2	I0	20	I7,I	I6	9,9	II,7	20
угол I2 – угол I8	40	I5	I7,I	I4	9,9	II,7	20
угол I8 – ПС К	280	I0	I2	I4	9,7	6,8	I9

Среднее число дней с грозой – 20
Среднегодовая продолжительность гроз – 40 час.
Средняя высота снежного покрова (из наибольших за зиму) – 50 см
Нормативная глубина промерзания грунтов:
– супесей, песков – 3 м
– суглинков – 2,6 м
Район по пляске проводов – умеренная пляска проводов

Источники загрязнения атмосферы в районе трассы отсутствуют.

7. ПРОВОДА И ТРОСЫ

Выбранные в ТЭО строительства ВЛ марка и сечение проводов и конструкция фазы остаются без изменения – 3 провода АС 300/39 в фазе.

В соответствии с выполненными расчетами для принятых на проектируемой ВЛ междуфазных расстояний и при относительной плотности воздуха в районе расположения ВЛ указанное сечение проводов удовлетворяет условиям ограничения напряженности электрического поля на поверхности проводов до уровней, допустимых по короне, а также по величине акустических шумов, радио- и телевизионных помех от нее.

Допустимые напряжения в проводе:

I26 МПа – при наибольшей нагрузке и низшей температуре;

84 МПа – при среднегодовой температуре.

В соответствии с требованиями главы 2.5 ПУЭ шестого издания и "Методических указаний по типовой защите от вибрации и субколебаний проводов и грозозащитных тросов ВЛ 35-750 кВ" (РД 34.20.I82-90) защита проводов от вибрации не требуется.

В качестве грозозащитного троса применены стальные канаты II,0-Г-В-Ж-Р-II80 по ГОСТ 3063-80 (условное наименование – С 70).

Сечение троса удовлетворяет условиям термической стойкости к токам однофазного короткого замыкания.

Наибольшее напряжение в тросе 350 МПа.

Защита тросов от вибрации предусмотрена виброгасителями типа ГВН-3-I2.

Высота приведенного центра тяжести для основных опор, примененных на ВЛ, I5 м для провода и 22 м для троса.

Скорректированный по высоте максимальный нормативный скоростной напор ветра для троса равен 700 Па для основной трассы и I000 Па для поймы реки О.... .

По условиям ограничения мешающих влияний на линии связи, расположенные в зоне влияния проектируемой ВЛ, и обеспечения надежной работы последних ступеней резервных релейных защит на линии принято два полных цикла транспозиции проводов (см. черт. № .....).

8. ОПОРЫ И ФУНДАМЕНТЫ

8.I. Выбор типа опор

В соответствии с утвержденным ТЭО строительства ВЛ 500 кВ Т.... - К.... , учитывая труднодоступность района прохождения линии, отсутствие дорог, большую заболоченность трассы, наличие затопляемых пойм нескольких больших рек, для строительства приняты металлические оцинкованные типовые опоры по проекту № 3539тм ОДП ЭСП:

- Промежуточные портальные на оттяжках типа ПБ 2 для участков трассы ВЛ, проходящих в Ш районе по гололеду с максимальным скоростным напором ветра (скорость ветра) на высоте до I5 м над землей 550 Па (30 м/сек), с габаритным пролетом 405 м; для участка трассы в IУ районе по гололеду со скоростным напором ветра 550 Па - с габаритным пролетом 360 м.

Вес опоры - 6,9 т.

- Промежуточные портальные на оттяжках типа ПБ I для участков трассы во П районе по гололеду со скоростным напором ветра 550 Па с габаритным пролетом 450 м.

Вес опоры - 6,7 т.

Во изменение ТЭО в целях экономии стали решено не применять более тяжелые опоры ПБ 2 на участках трассы, где возможно применение опоры ПБ I, т.к. это привело бы к перерасходу стали на I24,4 т (622 опоры).

Для участков во П районе по гололеду со скоростным напором ветра 800 Па приняты опоры ПБ I с расчетным пролетом 400 м.

- Свободностоящие типа Р2 (Р2, Р2+5, Р2+I0) на пересечениях препятствий, переустройствах и в поймах рек;

Вес опоры Р2 - II,8 т.

- Анкерно-угловые и концевые - свободностоящие трехстоечные опоры типа У2 (У2, У2+5, У2+I2), а также опоры У2к +5, У2 т+5 с транспозиционными стойками.

Вес опоры У2 - I5,9 т.

Переустройства ВЛ 220, II0, 35 кВ выполнены на опорах шифров У220-2, У220-3, УII0-2, УII0-2П, УII0-I+5, УС II0-3.

В пунктах обогрева устанавливаются антенные опоры АО-30 по проекту № 7093тм (серия 3,407-I08).

Количество опор по типам приведено в таблице 8.I.

8.2. Фундаменты

В связи с прохождением трассы ВЛ на протяжении 230 км по болотам и заболоченным участкам, наличием пучинистых грунтов (I00 км) и грунтовых вод по всей трассе ВЛ на глубине от 0,I м до I2,0 м в качестве фундаментов под стойки и оттяжки опор, как это было предусмотрено в ТЭО, приняты призматические железобетонные сваи типа С35-I длиной 8, I0, I2 м с универсальным оголовком: болтом, плитой и отверстием для крепления оттяжек.

В проекте применено новое техническое решение: шарнирное соединение петли для крепления оттяжек с ростверком для применения одного типа ростверка.

Для восприятия горизонтальных нагрузок меньшим количеством свай в кусте сваи забиваются:

а) с уклоном I0:I – под стойки опор;

б) с уклоном I0:I и 5:I – под оттяжки.

Под все свободностоящие опоры сваи забиваются вертикально.

Сваи приняты по типовому проекту № I26I4тм.

Количество и типы фундаментов под опоры приведены в ведомости строительных конструкций (см.приложение).

В ТЭО рассматривалось, как вариант, применение в качестве фундаментов под промежуточные опоры на оттяжках металлических винтовых свай длиной 8-I0 м из труб. В результате проведения дополнительных расчетов и технико-экономического сравнения в связи со значительным перерасходом металлопроката и отсутствием механизмов для завинчивания свай на стадии проекта это решение не принято.

Определение количества опор по типам

Границы прямых участков	Величина и направление угла поворота трассы	Длина, м: прямых	Длина, м: анкерованных или особых участков	Габаритный пролет, м	Кол-во опор, $n=\frac{L}{\ell_{габ}\cdot K}$	Принятые количества опор по типам, шт.: ПБ I	ПБ 2	Р2	Р2 + 5	Р2 + I0	У2	У2 + 5	У2 + I2	ПП 500-I/I00	К 500-I	Действительный коэффициент использования пролета $K=\frac{L}{n\cdot\ell_{габ}}$	Примечание
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
ВЛ 500 кВ ПС Т – ПС К																	
ПС Т-Уг.I		80	80	–	I								I				
Уг.I-Уг.2	пр.39° I0′	4500	4500	405	I2	II					I					0,925	
Уг.2-Уг.3	пр.8° 35′	I4700	I4700	405	38	32	2		3		I					0,955	а/дорога,ВЛ 220
Уг.3-Уг.4	пр.I4° 00′	I0500	I0500	405	28	24		2	I			I				0,925	ВЛ II0 кВ
Уг.4-Уг.5	л.I0° I5′	I0220	I0220	405	28	24	3						I			0,90I	река С несудох.
Уг.5-Уг.6	л 8° 54′	7300	7300	405	20	I6		I	2				I			0,90I	река Н судох.
Уг.6-Уг.7	л.6° 32′	8400	8400	405	2I	I7	3					I				0,987	а/дорога,ВЛ 35кВ
Уг.7-Уг.8	пр.I2° I0′	I2200	I2200	405	32	26	3	2				I				0,94I	пр.Д
Уг.8-Уг.9	пр.9° 03′	2I00	2I00	405	5	3			I	I							неб. озеро
Уг.9-Уг.I0	пр.20°I4′	5955	5955	360	I9	I3		4	I				I			0,870	ж/д
Уг.I0-Уг.II	л.6° 37′	2380	2380	360	8	6					I		I			0,826	река П судох.

Продолжение табл. 8.I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
Уг.II-Уг.I2	л. 3° 20	23478	23478	405	62		5I	5	3	2			I			0,935	а/дороги реки Х, Ц судох.
Уг.39-Уг.40	0°00	2200	2200	450	6	4	I						I			0,8I4	л. связи
Уг.40- ПС К	—	80	80														
Итого:							322	20	I5	I2	30	I0	I0	2	2		

8.3. Характеристика материала конструкций

В соответствии с рекомендациями табл. 50 СНиП II-23-81* для конструкций II группы, к которым относятся все опоры проектируемой ВЛ, в климатическом районе строительства II_4 (расчетная температура $t = -40^{\circ}C$) применяются углеродистые стали по ГОСТ 27772-88 для фасонного и полосового проката, по ГОСТ 535-88 - для сортового проката.

Элементы конструкций опор, для которых проектом № 3539тм предусмотрена низколегированная сталь по условиям прочности, изготавливаются из низколегированных сталей по ГОСТ 27772-88 и ГОСТ I928I-89.

Таблица замены сталей по ГОСТ 980-7I^{X}, ГОСТ I928I-73^{X}, ГОСТ I9282-73^{X} сталями по ГОСТ 27772-88 приведена в СНиП II-23-8I^{X} (90 г.).

Материал железобетонных свай - тяжелый бетон, класс прочности на сжатие В30, водонепроницаемость $W8$. Морозостойкость при расчетной температуре $t \geq -40^{\circ}$ - F I50.

Для фундаментных и U -образных болтов применяется сталь 265 категории 4 группы I по ГОСТ I928I-89 (диаметра свыше 20 мм до 40 мм).

Ростверки свайных фундаментов изготавливаются из углеродистой стали по ГОСТ 27772-88.

8.4. Защита строительных конструкций от коррозии и прочие защитные мероприятия

Для защиты от коррозии металлических конструкций опор, а также болтов, гаек и шайб применяется горячее цинкование методом погружения в расплав.

Оттяжки из оцинкованных спиральных канатов следует, кроме того, покрывать защитной электротехнической смазкой ЭВС.

Ростверки свайных фундаментов окрашиваются масляной краской по ГОСТ 8292-75 или масляно-битумной БТ-I77 по ОСТ 6-I0-726-79 в соответствии со СНиП 2.03.II-85 "Защита строительных конструкций от коррозии".

В связи с тем, что подземные воды обладают среднеагрессивными свойствами по содержанию CO_2 и PH в торфе и слабо- среднеагрессивными свойствами в песках, суглинках, глинах и супесях по отношению к бетону нормальной плотности, марка бетона свай по водонепроницаемости должна быть не менее W_8 . Гидроизоляция свай из бетона по водонепроницаемости W_8 не требуется.

Опоры, устанавливаемые в поймах рек с ледоходом, защищаются от воздействия льдин ледорезами. Схема защиты опор приведена на чертеже № ..... .

В местах пересечения ВЛ с нефтепроводами предусмотрена кольцевая обваловка опор радиусом 25 м и высотой 0,6 для защиты конструкций от растекающейся нефти в случае аварий см. чертеж № ..... .

Для возможности обзора ВЛ с вертолета на траверсах промежуточных опор устанавливаются номерные знаки (через каждые 25 опор).

9. ИЗОЛЯЦИЯ, ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ, ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Изоляция, грозозащита и заземляющие устройства приняты в соответствии с ТЭО строительства ВЛ.

Удельная длина пути утечки гирлянд изоляторов I,5 см/кВ.

Типы и количество гирлянд изоляторов и распорок приведены в ведомости оборудования ВЛ.

Защита линии от прямых ударов молнии осуществляется подвеской двух грозозащитных тросов С 70 по всей линии. Угол защиты 25^{0}.

Типы и количество креплений тросов приведены в вышеназванной ведомости оборудования.

Заземлению подлежат все опоры ВЛ.

Величины сопротивления заземляющих устройств приняты в зависимости от эквивалентного удельного сопротивления грунтов, рассчитанного с учетом многослойной структуры грунта.

Заземляющие устройства выполняются в виде протяженных заземлителей из круглой стали диаметром I2 мм и I6 мм (на участке угол 20 – угол 30 с агрессивной почвенной средой).

Для 20% опор, устанавливаемых в грунтах с удельным сопротивлением до 500 Ом. м, нормируемое сопротивление заземления обеспечивается естественной проводимостью фундаментов опор без устройства искусственных заземлителей. Данные по заземлениям приведены в ведомости заземляющих устройств.

При принятых грозозащитных мероприятиях расчетное число грозовых отключений линии составит I,2 отключения в год, что следует считать допустимым.

В соответствии с утвержденным ТЭО строительства линия 500 кВ Т – К длиной 400 км с тремя проводами в фазе и установленным на ее конце со стороны ПСК шунтирующим реактором (ШР) типа РОДЦ-60000/500 защищается от коммутационных перенапряжений разрядниками (ОПН), установленными по концам линии. Разрядник со стороны ПС К присоединен в цепи ШР, а сам реактор присоединен к линии через выключатель ВВБ-500 А--35,5/2000У1 с искровыми промежутками, шунтирующими его ду-

гогасительные контакты. В случае, если в цепи реакторов вместо выключателя ВВ-500Б с искровыми промежутками будет устанавливаться выключатель ВВБ-500А без искровых промежутков, необходима установка еще по одному разряднику (ОПН), присоединенных непосредственно к концам линии.

По обоим концам линии устанавливается одноступенчатая автоматика от повышения напряжения и со стороны ПС К - автоматика прекращения асинхронного хода.

Схема передачи отличается от рассмотренной в ТЭО тем, что на первом этапе ее работы от ПС Т не отходят другие линии, а вблизи расположена ТЭС с генераторами 300 МВт. Кроме того, увеличилась величина эквивалентного сопротивления системы, примыкающей к ПС К.

Уточняющие расчеты условий включения линии показали, что при одном ШР на линии ее плановое включение со стороны любой из ПС приводит к повышению напряжения до I,07-I.I, что недопустимо. Поэтому необходима установка на ВЛ со стороны ПС Т ШР I80 МВ.А, который будет присоединен к ней аналогично ШР на ПС К. Его установка необходима также для ограничения повышения напряжения на шинах 500 кВ ПС Т и разгрузки генераторов ТЭС от приема реактивной мощности в режимах летнего минимума.

Этот ШР необходим также для ограничения установившихся перенапряжений при трехфазном отключении линии с однофазным КЗ со стороны ПС Т, которые могут достигать при отсутствии ШР I,6 - I,8, что превышает величину (I,7), допустимую по условиям гашения дуги сопровождающего тока в разряднике, а также по условиям работы ОПН в течение времени каскадности действия защит по концам линии.

При установке второго ШР эти установившиеся перенапряжения снижаются до I,3 - I,4, что допустимо по обоим условиям.

На случай вывода в ремонт одного из двух ШР для планового включения предусматривается устройство полуавтоматического включения линии.

Ввиду практически I00%-ной компенсации емкости линии

двумя ШР при неполнофазных коммутациях односторонне включенной (отключенной) линии, а также на отключенной с двух сторон фазе ВЛ при ОАПВ возможно появление резонансных перенапряжений. Для их снижения предусматривается установка в нейтрали каждого ШР компенсационного реактора (КР) РЗКОМ--I6000/35, шунтированного выключателем. Параллельно компенсационному реактору устанавливается ограничитель перенапряжений ОПНК-35. Компенсационный реактор вводится в работу путем отключения шунтирующего выключателя подачей сигнала от комплекта ОАПВ или со второй выдержкой времени от второй ступени автоматики от повышения напряжения.

Так как один компенсационный реактор не снижает резонансные перенапряжения (в случае выхода одного из двух компенсационных реакторов), то в качестве резервной защиты предусматривается отключение одного из ШР от комплекта ОАПВ через 0,I - 0,2 с после начала бестоковой паузы, а также от второй выдержки времени второй ступени автоматики от повышения напряжения.

При установке компенсационных реакторов каждый из них снижает ток дуги подпитки на I5-I7 А, поэтому результирующий ток подпитки снизится с 50-60 А (без КР) до 20-35 А, чему соответствует бестоковая пауза ОАПВ ~ 0,8 с.

Для исключения перенапряжений при самовозбуждении генераторов ТЭС, что возможно, когда на ней включено I-2 генератора и линия односторонне отключена со стороны ПС К, а также ограничения длительности резонансных перенапряжений при неполнофазных коммутациях линии в отличие от ТЭО с ее обоих концов устанавливается двухступенчатая автоматика от повышения напряжения.

Для снижения коммутационных перенапряжений при замыкании линии в транзит выдержка времени на полукомплектах любого вида АПВ со стороны ПС Т устанавливается на 0,I5- 0,2 с больше, чем со стороны ПС К. Это позволит не только снизить перенапряжения, но и предотвратить включение генераторов электростанции на неустранившееся КЗ.

В связи с установкой второго ШР со стороны ПС Т основной комплект АПАХ по условиям защиты от перенапряжений может устанавливаться на любом из концов, что выбирается в разделе выбора противоаварийной автоматики.

Кроме того, для защиты от перенапряжений необходимо предусмотреть включение отключенных ШР от выходных реле всех линейных релейных защит данного конца линии.

IO. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПРЕПЯТСТВИЙ. ПЕРЕУСТРОЙСТВА

С учетом выполненных уточнений положения трассы проектируемая ВЛ 500 кВ пересекает следующие инженерные сооружения и естественные препятствия:

Наименование пересекаемого объекта	Кол-во пересекаемых объектов, шт	Тип опор на пересечении
ВЛ 220 кВ	4	Р2+IO и У2+I2
ВЛ IIO кВ	7	Р2+5 и У2+5
ВЛ 35 кВ	3	ПБ2
ВЛ IO кВ и ниже	20	ПБ2
Линии связи и радиовещания	30	ПБ2
Электрифицированные и подлежащие электрификации железные дороги общего пользования	3	У2 + I2
Автомобильные дороги I категории	I	У2+5
Автомобильные дороги II-IУ категории	I2	ПБ2, Р2+IO
Газо- и нефтепроводы магистральные	3	ПБ2
Судоходные реки	4	Переход через р.О.... - см.главу II. Остальные переходы - ПБ2, Р2+5
Несудоходные реки	I2	Р2, ПБ2

В целях повышения надежности электроснабжения потребителей взаиморезервирующие цепи двухцепных ВЛ 220 кВ К... -М.... и ВЛ 110 кВ С..... - Ч..... разносятся в разные анкерные пролеты проектируемой ВЛ 500 кВ.

Для обеспечения нормируемых расстояний между проводами проектируемой ВЛ 500 кВ и проводами, тросами и опорами пересекаемых ВЛ 110 кВ К..... - Б....., Т ..... - П..... и ВЛ 35 кВ К ..... - П..... и шести ВЛ 10 кВ предусматривается переустройство последних путем установки анкерно-угловых опор УС 110-3 с горизонтальным расположением проводов и выноса опор 10 кВ из-под проводов ВЛ 500 кВ.

На пересечении проектируемой ВЛ 500 кВ с пятью линиями связи предусматривается вынос опор ЛС из-под проводов ВЛ, на пересечении с одной ЛС устраивается кабельная вставка длиной 150 м кабелем марки ТЗАБл с оконечными кабельными устройствами типа ШКМ.

На переходах через четыре автодороги, по которым осуществляется перевозка буровых установок, предусмотрен повышенный габарит 15 м, в связи с чем на ВЛ 500 кВ устанавливаются опоры с подставками Р2+10.

Переходы через судоходные реки Н.....,Л..... и П .... выполнены на промежуточных опорах. Переходы оборудованы знаками судоходной обстановки.

Переход через р.О..... см. в главе II.

II. БОЛЬШОЙ ПЕРЕХОД

Наиболее крупное препятствие на трассе ВЛ река О.....

Проектируемая ВЛ пересекает ее под углом 90° в нижнем течении, в наиболее благоприятном месте, на I045 км от устья, в районе деревни П .....

Ширина поймы по трассе ВЛ, включая русло, I0,2 км. Правый берег реки – коренной, обрывистый, высотой 40 м, левый – террасированный пологий. Интенсивность русловых деформаций на переходе принята 2 м в год для правого берега и I м в год для левого.

Продолжительность половодья – I20 дней. Отметка УВВ I% – 25,0 м. Средняя глубина затопления поймы 3,5м, наибольшая – 8,0м. Отметка УВВЛ I% – 22,7 м. Ширина русла в межень – 9IIм.

Вскрытию О .... предшествует образование промоин и подвижка льда в течение 2–4 дней. При подвижках льда массы надвигаются на берега. На левом берегу в районе перехода возможны навалы льда высотой до 6,0 м. Протоки вскрываются раньше О.... на неделю. В отдельные годы лед в них тает на месте, но обычно ледоход в протоках наблюдается в пределах паводкового русла. В большинстве пойменных озер лед тает на месте, но на больших озерах лед сохранется дольше и при уровнях близких УВВЛ, сохранившиеся поля льда под действием ветра могут перемещаться в пониженные места.

Размер льдин при ледоходе до 50х50 м, толщина льда 0,5м, скорость движения льда 0,I–0,7 м/сек.

Высота волн на низких участках поймы – 0,9 м.

Река О ..... – судоходная, относится к I классу судоходных рек. Габарит перехода ВЛ 500 кВ, согласованный И..... БУП, составляет 38 метра от провода до уровня воды.

Переход выполняется по схеме К–П–П–К с применением переходных одноцепных унифицированных опор шифра ПП 500–I/I00 и концевых опор шифра К 500–I.

Длина переходного пролета I375 м, смежных – по 625 м.

Схема перехода приведена на чертеже № ..... .

Провод на переходе АС 500/336 по два провода в фазе. Допустимые напряжения в проводе:

250 МПа – при наибольшей нагрузке и низшей температуре;

I65 МПа – при среднегодовой температуре.

Грозозащитный трос – стальной канат

I7,0-Г-В-ОЖ-Н – I370 ГОСТ 3064-80 (условное наименование С-I70), два троса. Угол грозозащиты – 20°. Максимальное напряжение в тросе 600 МПа.

Максимальный нормативный скоростной напор ветра с учетом высоты расположения приведенного центра тяжести проводов – I400 Па.

Максимальный нормативный скоростной напор ветра с учетом высоты расположения приведенного центра тяжести грозозащитных тросов – I500 Па.

Нормативная толщина стенки гололеда с учетом высоты расположения приведенного центра тяжести проводов – I5 мм (для проводов и тросов).

Переходные опоры шифра ПП 500-I/I00 изготавливаются из уголкового проката и имеют горизонтальное расположение проводов (высота подвески гирлянд крайних проводов I00 м).

Концевые опоры К 500-I – стальные одноцепные трехстоечные опоры.

Все переходные и концевые опоры изготавливаются по типовому проекту № 9674тм. Все опоры – окрашиваемые.

В качестве фундаментов приняты свайные фундаменты с монолитными ростверками. Под левобережные переходную и концевую опоры, устанавливаемые в затапливаемой пойме, учитывая очень слабую несущую способность пойменных грунтов, приняты свайные фундаменты с низкими ростверками, а под правобережные опоры, устанавливаемые на высоком берегу – с высокими ростверками.

Под левобережную переходную опору был проработан вариант фундаментов с цилиндрическими сваями длиной до 23 м из стальных труб диаметром I020 мм и толщиной стенки I0 мм с заполнением внутренней полости бетоном и высокими свайными ростверками, который был отклонен по технико-экономическим соображениям.

Сваи для фундаментов всех переходных и концевых опор приняты сборные железобетонные сечением 35х35 см длиной I2 м.

Для фиксации в проектном положении анкерных болтов под переходные опоры в монолитных ростверках предусмотрены закладные металлоконструкции. Бетон монолитных ростверков принят тяжелый вибрированный плотный марки 200 по прочности, марки I50 по морозостойкости. Арматурные сетки и отдельные стержни - из арматуры периодического профиля класса АП и АШ по ГОСТ 578I-82 и из гладкой арматуры класса АI по ГОСТ 578I-82 и ГОСТ 535-88. Анкерные болты - из стали класса прочности 265, 295 по ГОСТ I928I-89. Закладные детали и металлоконструкции из стали Ст 3 сп5 по ГОСТ 535-88.

Перед бетонированием монолитных ростверков под левобережные переходную и концевую опоры в основании под них выполнить щебеночную подготовку толщиной 200 мм. С целью исключения местного размыва фундаментов паводковыми водами фундаменты под левобережную переходную опору предусматривается обваловать привозным грунтом, а поверхность обваловки покрыть одерновкой.

Боковая поверхность ростверков левобережных опор покрывается битумом для гидроизоляции.

Заземление опор на переходе осуществляется протяженными заземлителями из круглой стали диаметром I6 мм длиной 20 м для переходных опор и I5 м для концевых опор (по 4 заземлителя на опору).

Крепление проводов двух крайних фаз и тросов на переходных опорах выполняется с помощью многороликовых подвесов, крепление проводов средней фазы анкерное- при помощи натяжных прессуемых зажимов. Обводка шлейфа средней фазы выполняется поддерживающими гирляндами, закрепленными на консолях.

Поддерживающие гирлянды на переходных опорах двухцепные из 26 изоляторов ПС 400 Б в каждой цепи.

Натяжные гирлянды шестицепные из 32 изоляторов ПС 300В в каждой цепи на переходных опорах и из 26 изоляторов ПС 300В в каждой цепи на концевых опорах.

Поддерживающие гирлянды для обводки шлейфа на переходной опоре одноцепные из 34 изоляторов ПС I20 Б.

Для защиты от вибрации проводов и тросов предусмотрена установка гасителей вибрации типа ГПГ и ГПС.

На проводах предусмотрена установка распорок типа РГ-4-600 с шагом 35-40 м с установкой первой распорки в 20 м от опоры. Дневная маркировка (окраска) и светоограждение переходных опор выполняются в соответствии с требованиями действующих норм. Питание устройств светоограждения осуществляется емкостным отбором мощности от разземленных грозозащитных тросов С-I70. В качестве светильников применяются лампы накаливания, устанавливаемые в два яруса на переходных опорах на отметках 75 и II2м.

I2. СРЕДСТВА СВЯЗИ. ЗАЩИТА ЛИНИЙ СВЯЗИ ОТ ВЛИЯНИЯ

В соответствии с утвержденным ТЭО строительства ВЛ 500 кВ предусматривается следующий объем работ в части средств связи:

I. Организация резервных каналов диспетчерско-технологической связи для подстанций "Т" и "К" по данной ВЛ.

2. Организация ВЧ каналов противоаварийной автоматики и релейной защиты.

3. Организация линейно-эксплуатационной связи ВЛ.

4. Защита линий связи от влияния проектируемой ВЛ.

I. Диспетчерско-технологическая связь.

Для организации каналов диспетчерско-технологической связи по проекту ВЛ 500 кВ ПС "Т" - ПС "К" предусматривается высокочастотный канал на шестиканальной аппаратуре АКСТ-06 со встроенным усилителем мощности на I00 Вт (ТОО "Энерготелеком" г.Екатеринбург).

Резервный диспетчерский и технологический каналы ПС "Т" организуются на участке ПС "Т" - ПС "К" по проектируемому ВЧ каналу и от ПС "К" до ЦДП "Т" энергосистемы по существующим средствам связи.

Эти каналы на ПС "Т" включаются в существующий диспетчерский коммутатор. Остальные каналы, организованные на аппаратуре АКСТ включаются в существующие АТС подстанций "Т" и "К".

2. ВЧ каналы противоаварийной автоматики и релейной защиты

В соответствии с проектом противоаварийной автоматики на ПС "К" организуется центральный пункт противоаварийной автоматики - ЦПА.

Для передачи доаварийной и аварийной информации с подстанций "Т" и ПС № 2 на ЦПА (ПС "К") по проектируемой ВЛ организуется дуплексный канал на аппаратуре АКПА-В.

Передача ПА информации с ПС "Т" и ПС № 2 должна осуществляться по двум независимым трактам. Для ПС "Т" первым трактом служит проектируемый канал, вторым трактом - существующие каналы на аппаратуре АКПА-В по ВЛ ПС"Т" - ПС № 2 - ПС "К". Для

ПС № 2 первым трактом является существующий канал на АКПА-В по ВЛ ПС № 2 – ПС "К", вторым трактом – существующий канал на АКПА-В ПС № 2 – ПС "Т" и проектируемый канал на АКПА-В ПС "Т" – ПС "К".

С ЦПА на ЦДП энергосистемы "Т" и ЦДП энергосистемы "К" предусматривается передача доаварийной информации со скоростью I200 Бод, для чего на данных направлениях организуются каналы телеинформации по существующим линиям связи.

ВЧ каналы основной релейной защиты проектируемой ВЛ 500 кВ организуются на аппаратуре АВЗК-80.

Каналы резервной защиты организуются на аппаратуре АКПА-В6 предусмотренной для передачи сигналов противоаварийной автоматики.

Схема организации каналов ВЧ связи по ВЛ 500 кВ показана на чертеже I4320тм-т2, лист ...

Ведомость оборудования ВЧ каналов связи по ВЛ приведена в приложении.

3. ЛИНЕЙНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ СВЯЗЬ

Линейно-эксплуатационная связь ремонтных бригад, выезжающих на трассу ВЛ организуется при помощи УКВ радиостанций серии *RS* (АО "Информтехсвязь") в сетях, построенных на базе венгерских УКВ радиостанций серии М-300.

Для организации линейно-эксплуатационной связи предусмотрены станции стационарные, мобильные и носимые. В связи с большой протяженностью линии (40*D* км) предусмотрены ретрансляторы.

Схема линейно-эксплуатационной связи показана на чертеже № I4320тм-т2 лист .....

4. ЗАЩИТА ЛИНЕЙНОЙ СВЯЗИ ОТ ВЛИЯНИЙ ВЛ

На участке ПС "Т" – Уг.6 в зоне опасного влияния ВЛ линии связи отсутствуют.

На участке Уг.6 – Уг.I5 в зоне влияния проектируемой ВЛ находится одна линия связи. Выполненные расчеты опасного и мешающего влияний показали, что расчетные величины не превышают допустимых норм.

Защитные мероприятия не требуются.

На данном участке имеется одно пересечение ВЛ с ЛС. На пересечении должна быть произведена реконструкция ЛС в соответствии с ПУЭ, глава 2.5. Реконструкция заключается в выносе опоры линии связи из-под проводов ВЛ на необходимое расстояние. Результаты расчетов влияний и переустройства линий связи будут приведены в рабочем проекте тома "Защита линий связи от влияния ВЛ и их переустройства".

На участке Уг.I5 - ПС "К" в зоне влияния проектируемой ВЛ находятся четыре линии связи. Выполненные расчеты опасного и мешающего влияний показали, что расчетные величины не превышают допустимых норм.

Защитные мероприятия не требуются.

На этом участке имеется два пересечения ВЛ с линиями связи.

Должна быть произведена реконструкция линий связи в соответствии с ПУЭ, глава 2.5. Реконструкция заключается в каблировании линий связи на участках пересечений.

Расчет затухания переустраиваемых линий связи показал, что дополнительных усилительных пунктов для данных линий не требуется.

Результаты расчетов влияний и переустройства этих линий связи будут приведены в рабочем проекте тома "Защита линий связи от влияний и их переустройства".

I3. ПЛАВКА ГОЛОЛЕДА

В связи с прохождением части трассы ВЛ 500 кВ Т... -К.... в IУ и Ш районах гололедности в ТЭО этой линии были рассмотрены схемы и варианты плавки гололеда на проводах и тросах и определена возможность и целесообразность плавки гололеда на тросах на участке Ш и IУ районов гололедности общей протяженностью I20 км со стороны ПС Т.....

В качестве грозозащитного троса на проектируемой ВЛ 500кВ подвешивается стальной канат С-70.

Плавка гололеда предусматривается переменным током на напряжении II0 кВ от ПС Т..... по схеме "трос-трос".

Допустимый ток плавки для троса С-70 230 А (при температуре воздуха 0^{0}С и скорости ветра 0-2 м/сек).

При схеме плавки "трос-трос" полное сопротивление контура плавки 800 Ом, ток плавки I40А, мощность плавки I5,4 МВ.А, время плавки 40 мин.

Параметры плавки определялись по "Указаниям по проектированию схем и устройств плавки гололеда на проводах и тросах ВЛ 35 кВ и выше" (Энергосетьпроект, № I0553 тм-тI).

Для организации плавки гололеда на тросе на ПС Т.... оборудуется ячейка II0 кВ, а возле угла I8 устанавливается двухполюсный разъединитель II0 кВ, ножи которого замкнуты только на период плавки гололеда.

Схема плавки гололеда приведена на чертеже № .....

По условию плавки гололеда на участке ПС Т.....- уч.I8 в поддерживающих креплениях троса принято 4 изолятора ПС 70Е в натяжных - 4 изолятора ПС I20Б с искровыми промежутками 264 мм, обеспечивающими условия гашения дуги сопровождающего тока.

Шлейфы тросов на анкерно-угловых опорах обводятся при помощи поддерживающих гирлянд.

I4. Релейная защита и линейная автоматика ВЛ 500 кВ и выше.

I4. I. ВВЕДЕНИЕ

Настоящий проект является продолжением работы "Технико-экономическое обоснование строительства линии электропередачи 500 кВ Т – К".

Целью данного проекта является дальнейшая разработка и уточнение принципов выполнения релейной защиты и линейной автоматики ВЛ 500 кВ на основе выполненных расчетов.

В работе даются рекомендации по осуществлению разделения питания по цепям постоянного оперативного тока и цепям напряжения устройств релейной защиты.

Для оценки запроектированных устройств РЗ и А были проведены расчеты токов и напряжений к.з. при симметричных и несимметричных повреждениях на ВЛ 500 кВ и в прилегающей сети, и на их основе произведены расчеты устройств релейной защиты и линейной автоматики.

I4. 2. ПРИНЦИПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ЛИНЕЙНОЙ АВТОМАТИКИ ВЛ 500 кВ

На каждой из сторон ВЛ 500 кВ ПС "Т"- ПС "К" предполагается установка модернизированного комплекса устройств релейной защиты и линейной автоматики серии ПДЭ 2000.0I, включающего:

– направленную дифференциально-фазную высокочастотную защиту типа ПДЭ 2003.0I;

– трехступенчатую дистанционную защиту от междуфазных к.з. типа ПДЭ 200I.0I;

– четырехступенчатую токовую направленную защиту нулевой последовательности, токовую отсечку от междуфазных к.з. типа ПДЭ 2002.0I.

Резервные защиты ускоряются посредством отключающих и разрешающих в.ч. сигналов, для передачи которых используется в.ч. аппаратура типа АКПА-В;

– устройство автоматического повторного включения типа ПДЭ 2004.03;

– устройство резервирования отказа выключателей типа ЩДЭ 2005.0I.

Для регистрации аварийных режимов предусматривается использование автоматического осциллографа Н-I3 с панелями пуска типа ЩДЭ 030I и магнитографа Н049. Последние используются для обеспечения записи регистрируемых величин в предшествующем нагрузочном режиме.

Для регистрации срабатывания и неисправности устройств РЗА предполагается использование микропроцессорного регистратора событий.

Для определения места повреждения предусматривается микропроцессорный фиксирующий индикатор.

I4. 2.I. Мероприятия, обеспечивающие ближнее резервирование

На проектируемой линии необходимо обеспечить полноценное ближнее резервирование основной защиты от всех видов коротких замыканий вторым быстродействующим комплектом защит.

В качестве основной защиты используется направленная дифференциально-фазная в.ч. защита типа ЩДЭ 2003.0I с высокочастотной аппаратурой АВЗК-80, в качестве второй быстродействующей защиты – третья ступень дистанционной защиты типа ЩДЭ 2001.0I и четвертая ступень токовой защиты типа ЩДЭ 2002.0I, используемые с передачей отключающих и разрешающих в.ч. сигналов телеотключения на аппаратуре АКПА-В.

Ближнее резервирование является полноценным при условии разделения питания комплектов защит по цепям переменного и постоянного тока, по цепям напряжения, позволяющего сохранить в работе часть защит при неисправностях в этих цепях.

Разделение по цепям переменного напряжения предполагает питание основной и резервных защит от разных трансформаторов напряжения. В связи с этим на проектируемой линии на каждой из сторон запроектирована установка двух трансформаторов напряжения.

Разделение по цепям переменного тока предполагает питание защит от разных трансформаторов тока. Схема размеще-

ния защит по трансформаторам тока приводится на чертеже № 2.

Для разделения по цепям постоянного тока предусматривается установка двух аккумуляторных батарей и выключателей 500 кВ с двумя соленоидами отключения. К аккумуляторной батарее № I подключаются цепи управления соленоидами № I обоих выключателей, а также цепи постоянного тока основной защиты ЩЭ 2003.0I и устройства АПВ типа ЩЭ 2004.03 с действием их на отключение выключателей через соленоиды № I.

К аккумуляторной батарее № 2 подключаются цепи управления соленоидами № 2 обоих выключателей, а также цепи постоянного тока в.ч. аппаратуры АКПА-В, резервных защит ЩЭ 2001.0I и ЩЭ 2002.02 с действием их на отключение выключателей через соленоиды № 2.

I4.2.2. Требования к релейной защите и линейной автоматике по условиям защиты от перенапряжений.

Расчеты перенапряжений показали, что для обеспечения гашения дуги в цикле ОАПВ и снижения бестоковой паузы ОАПВ, а также для снятия заряда с линии в паузу ТАПВ, должно быть предусмотрено при действии устройств РЗ ВЛ 500кВ *Т-К* автоматическое без выдержки времени включение реакторов в цикле ОАПВ или ТАПВ независимо от искрового присоединения.

По условиям обеспечения снижения перенапряжений при успешном ОАПВ и ускоренном ТАПВ (УТАПВ) следует принимать определенную последовательность повторного включения. При повторном включении производят сначала включение выключателей со стороны ПС "Т". Выключатели со стороны ПС "К" должны быть включены через 0,25с при УТАПВ и через 0,I÷0,2с при ОАПВ (из них 0,I - время включения выключателя) после включения линии со стороны ПС "Т". При этом при УТАПВ за 0,I5 с должна быть проведена проверка синхронизма.

На ПС "Т" целесообразна установка компенсационных реакторов в нейтрали реакторов 500 кВ сопротивлением I80 Ом каждый.

I4.3. РАСЧЕТЫ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ И КАЧАНИЯХ В СИСТЕМЕ

Расчеты токов и напряжений к.з. выполнены в объеме, необходимом для выбора ориентировочных уставок и оценки чувствительности запроектированного комплекса защит на ВЛ 500 кВ Т - К.

Расчеты производились с учетом емкостной проводимости линии и расхождений э.д.с. по углу и величине.

Токи к.з. определялись для начального момента времени при трехфазных, двухфазных без земли и на землю и однофазных коротких замыканиях. Расчеты токов и напряжений к.з. производились в режимах, обуславливающих для каждой защиты расчетные условия по селективности и чувствительности.

Для выбора параметров токовых защит в работе подсчитаны уравнительные токи при качаниях в цикле ОАПВ.

Результаты расчетов токов к.з. и уравнительных токов качаний хранятся в отделе.

В соответствии с выполненными расчетами токов к.з. и уравнительных токов качаний, в работе произведен выбор ориентировочных уставок и проверка чувствительности защит ВЛ 500 кВ Т - К.

I44. ВЫБОР ОРИЕНТИРОВОЧНЫХ УСТАВОК И ПРОВЕРКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

I4.4.I. Направленная дифференциально-фазная высокочастотная защита типа ПДЭ 2003.0I

Панель представляет собой комбинированную фильтровую направленную и дифференциально-фазную высокочастотную защиту, предназначенную для применения в качестве основной защиты линий электропередач напряжением 500 кВ и выше.

Защита является быстродействующей при всех видах коротких замыканий на защищаемой ВЛ, возникающих как в полнофазном режиме, так и при работе линии двумя фазами в цикле ОАПВ.

Время действия защиты при всех видах несимметричных к.з. не превышает 0,02 с при кратностях тока и напряжения обратной последовательности к току и напряжению срабатывания, равным трем, а в случае трехфазного к.з. – при кратности тока в реле сопротивления к току точной работы, равной работы, равной трем, и $Z_p = 0{,}7 Z_y$, где Z_y – уставка на реле.

Защита не реагирует на качания или асинхронные режимы, правильно работает при переходных процессах в энергосистеме.

В полнофазном режиме работы ВЛ защита используется как фильтровая направленная с высокочастотной блокировкой. Действие защиты при к.з. на ВЛ в цикле ОАПВ обеспечивается путем переключения ее на время цикла в режим сравнения фаз токов по концам защищаемой линии. Перевод защиты в режим сравнения фаз токов возможен также и в циклах быстродействующего АПВ и ТАПВ.

Релейная часть защиты предназначена для совместной работы с высокочастотной аппаратурой АВЗК-80. При переводе защиты в режим сравнения фаз токов манипуляция высокочастотным передатчиком осуществляется непосредственно в схеме релейной части защиты.

Предусматривается действие защиты совместно с устройст-

вом АПВ на отключение двух выключателей с пофазным управлением, а также на выключатели двух реакторов и пуск УРОВ.

В качестве основного измерительного органа в защите используется быстродействующее реле направления мощности обратной последовательности.

Для повышения чувствительности по напряжению в схеме реле направления мощности обратной последовательности предусмотрена возможность включения на напряжение обратной последовательности:

$$\dot{U}_{2p} = \dot{U}_2 - \dot{I}_2 \cdot Z_к \quad , \text{где}$$

$\dot{U}_{2p}$ – напряжение обратной последовательности, подводимое к реле;

$\dot{U}_2$ – напряжение в месте установки защиты;

$\dot{I}_2$ – ток обратной последовательности, подводимый к реле;

$Z_к$ – сопротивление компенсации.

Уставка по сопротивлению компенсации может изменяться в пределах от 0 до 30 Ом ступенями по 5 Ом.

Для отстройки от небалансов по току I_2 при введении компенсации падения напряжения на линии в реле предусмотрено торможение от минимального фазного тока, либо от разности тока фазы А и тока нулевой последовательности.

Чувствительность реле направления мощности, действующего в сторону отключения, проверялась по току и напряжению обратной последовательности отдельно при принятых минимальных уставках по току и напряжению – $I_{2\ ср} = 50$ мА, $U_{2ф} = 2$ В.

Произведенные расчеты показали, что реле мощности обратной последовательности обладает достаточной чувствительностью ($K_ч > 3$).

В схеме реле направления мощности обратной последовательности предусмотрено устройство компенсации емкостного тока линии с частотными свойствами, отражающими зависимость емкостного тока от частоты.

Работы защиты при трехфазных к.з. контролируется направленным реле сопротивления, включенным на ток $\dot{I}_B - \dot{I}_C$ и на-

пряжение $\dot{U}_в - \dot{U}_с$.

Характеристика реле в комплексной плоскости сопротивлений представляет собой шестиугольник со смещением в третий квадрант на величину порядка 0,2 Z уст, обеспечивающим срабатывание реле при близких симметричных коротких замыканиях.

Реле сопротивления проверялось по току точной работы. При трехфазных коротких замыканиях по всей длине защищаемой линии коэффициент запаса по току точной работы > 3.

В цикле ОАПВ фильтровая направленная в.ч. защита автоматически перестраивается и становится дифференциально-фазной защитой. В связи с этим в защите предусмотрен орган манипуляции работой в.ч. передатчика с комбинированным фильтром $\dot{I}_1 + K\dot{I}_2$. Перевод защиты предусмотрен и при включении линии от АПВ.

Расчет параметров срабатывания и чувствительности реле направления мощности обратной последовательности, реле сопротивления и органа манипуляции производился в соответствии с "Рекомендациями по расчету защит ВЛ 500 – 750 кВ" (л. 14). Таблицы с расчетами хранятся в отделе.

I4.4.2. Дистанционная защита типа ПДЭ 2001.01

Панель представляет собой трехступенчатую дистанционную защиту. Она предназначена для применения в качестве резервной от всех видов многофазных коротких замыканий.

Защита выполнена с возможностью передачи отключающих и разрешающих в.ч. сигналов для ускорения отключения коротких замыканий с противоположного конца линии. Выполняется это с помощью в.ч. аппаратуры АКПА-В.

Уставка первой ступени защиты выбрана по условию отстройки от к.з. в конце защищаемой линии.

Уставки вторых ступеней выбираются с учетом следующих условий:

– отстройка от коротких замыканий на шинах среднего напряжения автотрансформатора;

– согласование с I ступенями дистанционных защит смежных линий;

– согласование с I ступенями дистанционных защит автотрансформатора;

– обеспечение чувствительности ($K_ч$ не менее I,25) к коротким замыканиям в конце защищаемой линии.

С целью повышения чувствительности к коротким замыканиям через переходные сопротивления координаты особых точек Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 характеристик срабатывания I и II ступеней при выбранных уставках принимались, исходя из максимально допустимых пределов регулирования. При этом, однако, проверялась их отстройка от замеров в режимах максимальных нагрузок, набросов мощности и качаний в цикле ОАПВ.

Это позволяет выполнить разрешение быстродействующим ступеням защиты действовать в цикле ОАПВ помимо блокировки при качаниях, которая после первого к.з. выводит их из действия.

Выбор уставок и координат особых точек характеристик срабатывания III ступеней защит определялся графоаналитическим способом, исходя из следующих условий:

– обеспечение отстройки от сопротивления, измеряемого реле в режиме максимальных нагрузок и набросов мощности (с $K_н = I,2$);

– обеспечение чувствительности $K_ч = I,25$ к коротким замыканиям на смежном участке (дальнее резервирование). При этом, рассматривались как короткие замыкания без переходного сопротивления, так и короткие замыкания через переходное сопротивление.

Сопротивление на зажимах реле при трехфазных к.з. через переходное сопротивление определяется выражением:

$$\dot{Z}_р = \dot{Z}_р' + \frac{R_д^{(3)}}{3} \quad , \text{ где}$$

$\dot{Z}_р'$ – сопротивление на зажимах реле без учета сопротивления дуги;

$R_п^{(3)}$ – переходное сопротивление при трехфазном к.з.

При определении переходного сопротивления $R_п^{(3)}$, использовались результаты исследований, произведенных в институте "Энергосетьпроект" и позволяющих приближенно определить величину $R_п^{(3)}$ следующим образом:

$$\frac{R_п^{(3)}}{3} = 0{,}2\,|\dot{Z}_{1\Sigma}|\ ,$$ где

$\dot{Z}_{1\Sigma}$ – результирующее сопротивление прямой последовательности при металлическом к.з.

При определении параметров характеристики срабатывания Ш ступени учитывалась область возможного изменения сопротивления, измеряемого на зажимах реле в режиме каскадного отключения к.з. в конце смежного участка.

Проверка реле сопротивления по токам точной работы производилась при двухфазных коротких замыканиях для I и П ступеней – в конце защищаемой линии, а для Ш ступени – в конце смежного участка.

В работе проверялась чувствительность пускового органа блокировки при качаниях в режимах двухфазных коротких замыканий без земли и на землю.

Пусковой орган блокировки выполняется с использованием принципа реагирования на изменение вектора тока обратной последовательности и имеет два реагирующих органа – чувствительный и грубый.

Уставка грубого органа в 2 раза превышает уставку чувствительного органа. Расчеты чувствительности грубого измерительного органа, предназначенного для введения быстродействующих ступеней защиты при повреждениях на своей линии, производились при к.з. в конце защищаемой линии, а чувствительного органа, вводящего все ступени защиты,– при к.з. на своем и смежном элементах. Проверка чувствительности пусковых органов производилась с учетом того, что быстродействие порядка 8 мс обеспечивается при кратности тока на них не менее 3.

Расчеты защиты проводились в соответствии с рекомендациями (л. 13, 14, 15).

Таблицы с ориентировочными расчетами уставок защиты и проверки ее чувствительности, характеристиками срабатывания, с проверкой реле сопротивления по токам точной работы, с проверкой чувствительности пускового органа блокировки при качаниях хранятся в отделе.

Произведенные расчеты показали, что защита обладает достаточной чувствительностью к к.з. как на своей ВЛ, так и к к.з. на смежных участках.

I4.4.3. Токовая защита типа ПДЭ 2002.01

Панель содержит: токовую направленную четырехступенчатую защиту нулевой последовательности, токовую отсечку от многофазных коротких замыканий и защиту от неполнофазного режима.

Четырехступенчатая токовая направленная защита нулевой последовательности предназначена для использования в качестве резервной защиты линии от замыканий на землю. Защита имеет орган направления мощности двухстороннего действия. Это позволяет использовать блокирующий выход реле направления мощности при недостаточной чувствительности защиты по напряжению.

Токовая отсечка от многофазных к.з. предназначена для использования в качестве вспомогательной защиты при замыканиях между фазами ВЛ и состоит из двух фазных токовых реле, действующих на отключение выключателей линии.

Защита от неполнофазного режима предназначена для ликвидации длительного неполнофазного режима, возникшего на линии.

Защита выполнена с возможностью передачи отключающих и разрешающих в.ч. сигналов для ускорения отключения коротких замыканий с противоположного конца линии. Выполняется это с помощью в.ч. аппаратуры АКПА-В.

В работе выполнялись расчеты ориентировочных уставок и проверка чувствительности токовых реле защит от замыканий на землю.

Выбор уставки I ступени защиты, действующей без выдержки времени, определяется следующими условиями:

– отстройка от максимального тока 3I о при коротком замыкании в конце защищаемой линии;

– отстройка от уравнительных токов качаний в цикле ОАПВ на защищаемой линии.

Уставки вторых ступеней защит определялись, исходя из следующих условий:

– отстройка от короткого замыкания на шинах среднего напряжения автотрансформатора;

– согласование с первыми ступенями токовых защит нулевой последовательности смежных участков;

– отстройка от токов качаний в цикле ОАПВ на смежной линии;

– обеспечение, по возможности, чувствительности к коротким замыканиям в конце защищаемой линии (допускается действие защиты в каскаде).

Условия выбора третьих ступеней защит:

– обеспечение чувствительности защиты к коротким замыканиям в конце защищаемой линии с $K_ч = 1{,}3$;

– согласование с первыми ступенями резервных защит автотрансформатора;

– согласование со вторыми ступенями резервных защит смежных линий;

– отстройка от токов качаний в цикле ОАПВ на смежной линии.

При выборе уставок IУ ступеней защит следует выполнять их отстройку от небалансов, обусловленных погрешностями трансформаторов тока в режимах максимальных набросов мощности.

В работе производилась проверка чувствительности реле направления мощности нулевой последовательности при к.з.

в конце защищаемой линии и в конце зоны дальнего резервирования. Чувствительность реле направления мощности проверялась по току и напряжению отдельно ($K_ч > 3$).

Как указывалось выше, на панели резервной токовой защиты ЩДЭ-2002.01 предусматривается ненаправленная токовая отсечка от междуфазных коротких замыканий.

Для обеспечения селективности указанной защиты ее уставка выбирается по условию отстройки от внешнего к.з. как на элементах, отходящих от шин противоположной подстанции, так и на элементах, отходящих от шин своей подстанции. Кроме того, защита отстраивается от токов при асинхронном ходе в полнофазном режиме. Чувствительность защиты проверяется при трехфазных коротких замыканиях в начале линии.

Таблицы с расчетами ориентировочных уставок и чувствительности токовых реле защит от замыканий на землю; с проверкой чувствительности реле направления мощности нулевой последовательности; с расчетами уставок и проверки чувствительности токовой отсечки хранятся в отделе.

Все расчеты проводились в соответствии с рекомендациями (*л. 13, 14, 15*) .

I4.4.4. Устройство резервирования отказа выключателей типа ПДЭ 2005.0I

Устройство резервирования отказа выключателей предназначено для отключения выключателей, смежных с отказавшим, после отказа выключателя в отключении при коротком замыкании на элементе, примыкающем к нему. Факт отказа выключателя устанавливается путем контроля тока в его цепи после действия релейной защиты смежных элементов на его отключение. При отказе выключателя ток в его цепи не исчезнет, и подается сигнал на отключение смежных выключателей.

В проекте был выполнен выбор уставок и проверка чувствительности измерительных органов токовых реле УРОВ для ВЛ 500кВ Т-К.

Выбор уставок токовых органов производился с учетом установленных на линии реакторов. В максимальном и минимальном режимах количество реакторов на ВЛ не меняется. Расчеты производились в соответствии с рекомендациями *(л.14)* и показали, что выбранная уставка реле тока обеспечивает достаточную чувствительность ($K_ч > 2$).

I4.5. Принципы выполнения линейной автоматики.

Расчеты устойчивости показали, что на проектируемой ВЛ 500 кВ при любом виде повреждений эффективно ускоренное трехфазное АПВ (УТАПВ) с проверкой синхронизма.

Бестоковая пауза АТАПВ составляет порядка Iс.

Первый конец линии включается с паузой 0,7÷0,8с, второй конец включается с проверкой синхронизма с временем 0,2÷0,25с.

Однофазное автоматическое повторное включение эффективно в ремонтных схемах, при разрывах шунтирующих связей, т.е. когда УТАПВ не может быть успешным из-за отсутствия синхронизма.

На основании анализа расчетов устойчивости рекомендуется к использованию УТАПВ, ОАПВ и ТАПВ. Таким образом на проекти-

руемой ВЛ 500 кВ Т-К предполагается использовать модернизированное устройство автоматического повторного включения типа ПДЭ 2004.08 *(л.18)*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ,
использованной при выполнении настоящей работы и рекомендуемой при выполнении раздела "Релейная защита"

I. Приказ Министра энергетики и электрификации СССР, Москва, № 250 от 8.09.7Iг.
2. Приказ института "Энергосетьпроект" № I23 от 5 июля I972 г.
3. Приказ института "Энергосетьпроект" № 62 от 9.04.74г.
4. Приказ Минэнерго СССР № 56/а от 7.07.76г.
5. Приказ Главниипроекта № I8 от II.02.72 г.
6. Приказ Главниипроекта № II8 от I6.II.76 г.
7. Приказ Главниипроекта № I4 от 27.0I.8I г.
8. Руководящие указания и нормативы по проектированию развития энергосистем, Москва, I98Iг., № 9484тм-т.6.
9. Правила устройства электроустановок, ПУЭ-76, раздел Ш, Москва, Энергия, I985 г.
I0. Руководящие указания по релейной защите. Выпуски II,I2.
II. Федосеев А.М. Релейная защита электрических систем, - М.: Энергия, I976.
I2. Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем, - М.: Энергоатомиздат, I984.
I3. Разработка принципиальных схем подключения и методики расчетов модернизированного комплекса РЗА ВЛ 330-II50 кВ типа ШЭ 200I.0I, 2002.0I, 2008.0I, 2004.0I, 2004.02, 2005.0I и 2006.0I, № I4082тм-тI, книги I и 2, I992.
I4. Разработка рекомендаций по расчету и выбору параметров срабатывания защит на микроэлектронной базе ВЛ II0-750 кВ, ЭСП, № II735тм-т2.
I5. Корректировка рекомендаций по расчету и выбору параметров срабатывания защит ВЛ II0-220 кВ с использованием шкафов серии ШЭ 2800 и панели ШЭ 2802. № I4082тм -т.7, кн.2 (взамен II735тм-т.I).
I6. Методика расчета и схемы подключения микропроцессорных фиксирующих индикаторов для определения места повреждения ВЛ II0 кВ и выше к типовым схемам РЗА и управления ПС II0-750кВ, ЭСП, № I4039тм-тI.

17. СТП 00.03.10-85 Релейная защита и противоаварийная автоматика. Перечень нормативных и руководящих матариалов.

18. Принципиальные схемы подключения модернизированной панели устройства ЛА типа ПДЭ2004.03 и в.ч. аппаратуры типа АКПА-В к комплексу РЗА ВЛ 330-1150кВ серии ПДЭ2001.01 - ПДЭ2006.01, ЭСП, N 14231мт-т.1, 1993.

19. Указания по проектированию схем и устройств плавки гололеда на проводах и тросах ВЛ 35кВ и выше, книга 3, N 10553тм-3.

15. Расчеты устойчивости и противоаварийная автоматика

15.1. Введение.

Раздел "Противоаварийная автоматика" в эталоне "Проект электропередачи 500 кВ Т-К" выполнен с целью показать объем решаемых на стадии проекта задач противоаварийной автоматики и глубину их проработки.

Настоящий раздел выполняется на основе соответствующего раздела ТЭО (1) и на основе предшествующих работ по противоаварийной автоматике данного района (24).

15.2. Результаты расчетов устойчивости.

В настоящем проекте проведены расчеты режимов и устойчивости для выбора противоаварийной автоматики. Основной режим в системе это режим передачи мощности из системы Т в систему К. Соотношение мощностей энергосистем Т и К таково, что эффективность управляющих воздействий (УВ) противоаварийной автоматики, применяемых в энергосистеме К для разгрузки межсистемной связи близка к 1, а в системе Т близка к 0.

Расчеты режимов и статической устойчивости были выполнены по программе "Мустанг" с учетом допустимых ограничений по току ротора генераторов. Нагрузки учитывались по статическим характеристикам.

Величина допустимой мощности по сечению рассчитывается по формуле:

$$Рдоп. = \frac{Рпред. - Рнк}{1 + Кзап}, \quad \text{где:}$$

Рпред. - предельная мощность по сечению в МВт;

Кзап. - коэффициент запаса статической устойчивости, который равен 0,2 для нормальных режимов в полной и ремонтных схемах, и 0,08 для послеаварийных режимов;

Рнк - нерегулярные колебания мощности в МВт (Рнк=200 МВт для сечения I).

Устойчивость системы определялась при различных возмущениях на линиях 500 кВ и при дефицитах мощности в приемной системе. Согласно руководящим указаниям по устойчивости энергосистем за расчетный дефицит принимается отключение 50% мощности станции или двух генераторных блоков. В рассматриваемой системе это величина

нята 600 МВт.

Объем управляющих воздействий выбирается с учетом небаланса равления между величиной отключения генерирующей мощности (ОГ) ключением нагрузки (ОН), опасного для связей внутри ОЭС Т. На новании ранее выполненных работ значение допустимого небаланса нято 500 МВт.

15.2.1. Результаты расчетов статической устойчивости

Результатами расчетов определены предельные и допустимые мощности по контролируемым сечениям в полной и ремонтной схемах в нормальных и послеаварийных режимах. Схема системы приведена на черт.N14320тм-т2-8 (стр.142). Контролируемые сечения следующие:

Номер сечения	ВЛ, входящие в сечение
I	ВЛ 500кВ Т-К ВЛ 500кВ Т-2 ВЛ 220кВ, шунтирующие указанные ВЛ 500кВ
II	ВЛ 500кВ К-4 ВЛ 220кВ, шунтирующая указанную ВЛ 500кВ

Расчеты статической устойчивости производились для модели трехмашинной схемы сети. Первая энергосистема - это система Т, вторая - система К, третья - система М. Основной режим - это режим передачи мощности из системы Т в систему К при отборах мощности в энергосистему М через трансформаторы 500/220кВ на ПС2, ПСК и линию 500кВ К-5.

Разницу перетоков мощности между сечениями I и II составляет отбор мощности в систему М. В соответствии с методикой построения областей для трехмашинной схемы были определены области статичес-

кой устойчивости как в координатах мощностей по сечению I и II, так и в координатах мощности по сечению I и отбору мощности в систему М.

По области предельных режимов были построены области допустимых мощностей в соответствии с методикой, представленной в "Методических положениях по расчетам сложных энергосистем" ин-та ЭСП. На рис.15.2.1 приведены области статической устойчивости для полной схемы и для схем с отключенными элементами К-2, 2-Т, К-Т.

Из совместного рассмотрения областей $P_I = f(P_{II})$ и $P_I = f(P_{отб.сист.М})$ можно заключить следующее.

В диапазоне реального изменения мощности отбора в систему М в соответствии с реальным снижением и увеличением нагрузки потребителя граница допустимой мощности $P_I = f(P_{отб})$ в послеаварийном режиме может быть аппроксимирована прямой линией, что облегчает настройку комплекса противоаварийной автоматики.

Таким образом, для выбора настройки используем области статической устойчивости в координатах параметров: мощность по сечению I - $P_{сеч.I}$ и отбор мощности в систему М - $P_{отб}$.

Граница статической устойчивости послеаварийного режима аппроксимируется прямой вида

$$P_{доп.сеч.I} = P_{(0)} + kP_{отб.\ сист.М},$$

где:

$P_{(0)}$ - величина аппроксимации допустимой мощности по сечению I в послеаварийном режиме при нулевом отборе мощности в систему М;

k - коэффициент наклона аппроксимирующей прямой;

$P_{отб.\ сист.М}$ - отбор мощности в систему М в доаварийном режиме.

Для любого текущего режима с контролем мощности по сечению I проверяется соотношение

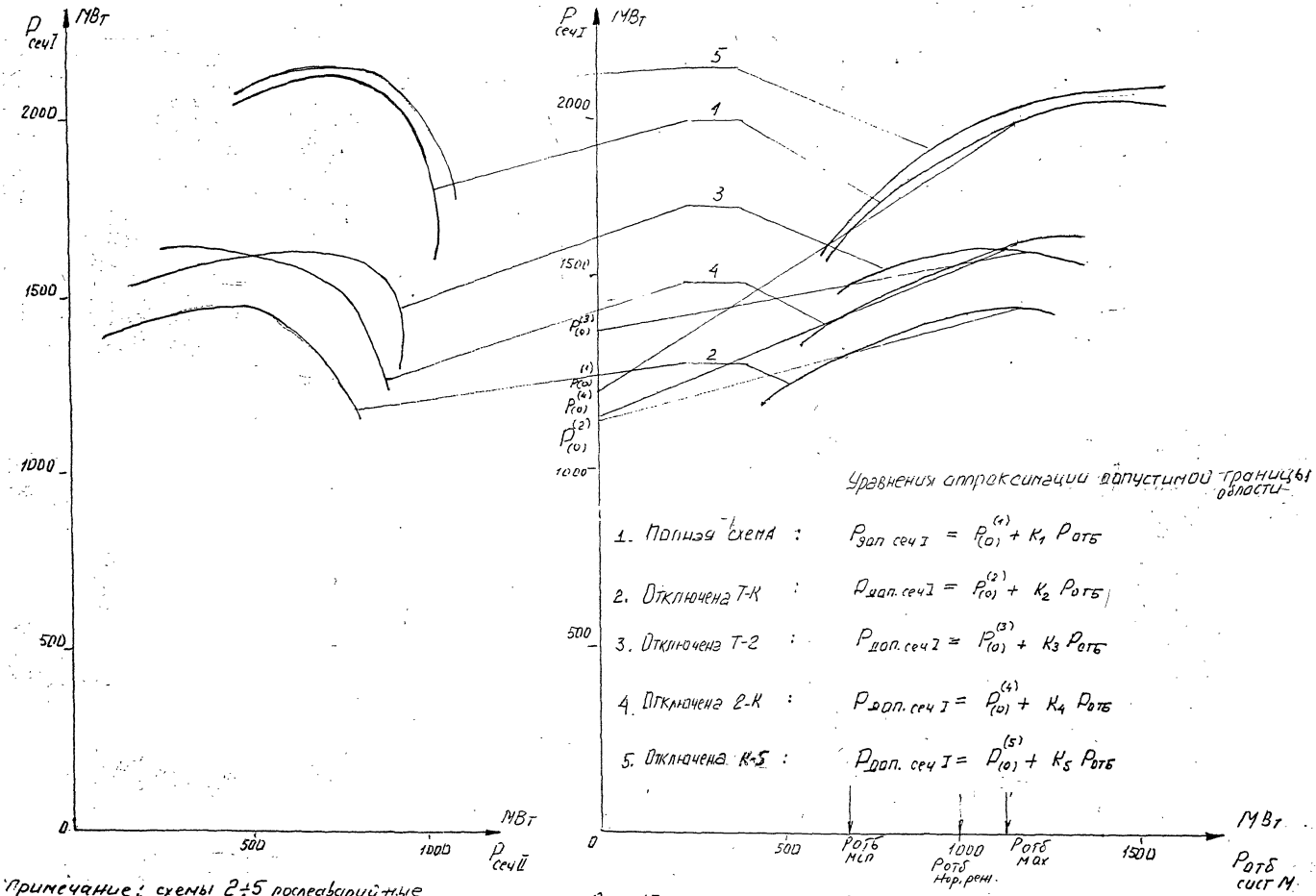
$$P_{реж.\ сеч.I} - P_{доп.п/ав\ сеч.I} = B > 0,$$

где:

$P_{реж.\ сеч.I}$ - поток мощности по сечению I в доаварийном режиме;

$P_I = f(P_{II})$

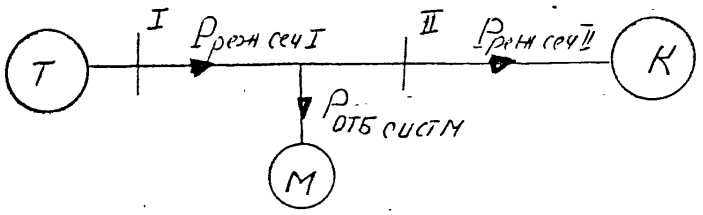
$P_I = f(P_{отб})$



Примечание: схемы 2÷5 послеаварийные

Рис 15.2.1.

Области допустимых мощностей

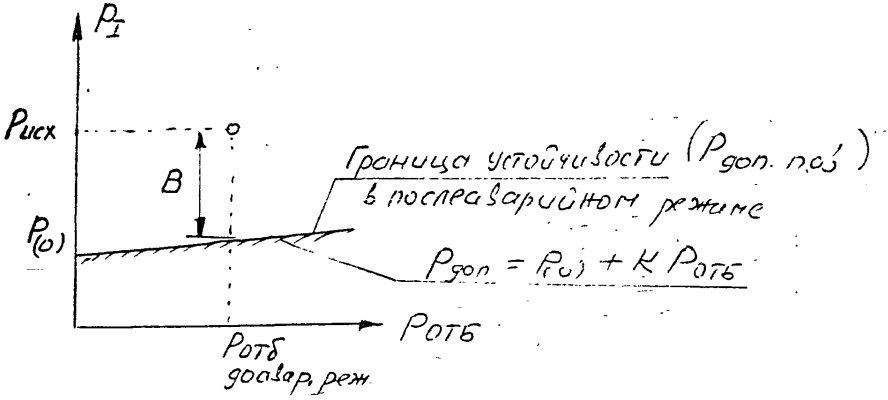


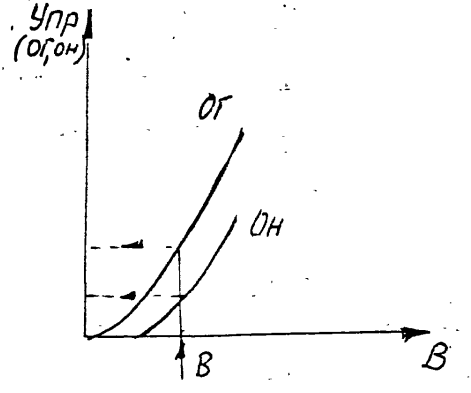
$$P_{реж} - P_{доп.\ п.ав} = B$$

$$P_{доп\ п.ав} = P_{(0)} + K P_{отб}$$

$$P_{реж} - P_{доп.\ п.ав} = P_{реж} - P_{(0)} - K P_{отб} = B \geq 0$$

$$P_{реж} - K P_{отб} = P_0 + B$$





$P_{ис}$ 15.2.2.

$P_{\text{доп.п/ав}}$ $_{\text{сеч. I}}$ - величина допустимой мощности в послеаварийном режиме для сечения I.

Условие необходимости разгрузки сечения для сохранения устойчивости имеет вид (см. рис.2):

$$P_{\text{реж.}}\ _{\text{сеч. I}} - [P(0) + k' P_{\text{отб.}}\ _{\text{сист.M}}] \geqslant 0$$

Для каждого пускового органа для каждой ремонтной схемы рассчитываются величины разгрузки В и определяется, какими управляющими воздействиями в виде отключения генерирующей мощности и нагрузки сохраняется устойчивость.

Величина управляющих воздействий существенно меняется в зависимости от того, в какой системе эти воздействия выбираются. Рассчитывается эффективность выбора комбинации объемов управляющих воздействий для сохранения устойчивости с учетом погрешностей на неточность исходных данных, расчетов и т.д.. Полученные выбранные объемы управляющих воздействий в виде величин разгрузки генераторов (ОГ) и отключения нагрузки (ОН) ставятся в соответствие с необходимой величиной разгрузки (В) и задаются в запоминающее устройство УРАДВ в виде функции Упр(ОГ,ОН) = f(B). Все эти расчеты выбора управляющих воздействий для каждого пускового органа и для каждой ремонтной схемы проводятся на стадии рабочего проектирования.

Выражение для каждой из исходных схем

$$P_{\text{реж.}}\ _{\text{сеч. I}} - kP_{\text{отб.}}\ _{\text{сист.M}}$$

составляет координату, которая определяет необходимую выборку управляющих воздействий (УВ) из соответствующей таблицы (строятся на стадии рабочей документации).

Все формулы, называемые характеристиками дозировки управления приведены на чертеже N14320тм-т2, лист 5.

В результате анализа расчетов можно сделать следующие выводы.

1. Отключение любой линии головного сечения I требует ограничения передаваемой мощности, причем наибольшая разгрузка передачи необходима при аварийном отключении Т-К. Максимальный объем ПВ составляет: ОМт-4*300 МВт;ОНм-640 МВт;ОНк-4*100 МВт.

2. При отключении поперечных элементов передачи Т-К статическая устойчивость системы сохраняется, однако уровень напряжений в системе существенно зависит от числа включенных реакторов на ПС К.

15.2.2. Динамическая устойчивость

Расчетами динамической устойчивости проверена устойчивость системы при нормативных возмущениях.

Выполнены расчеты переходных процессов при аварийном отключении линии передач сечения I, а также при возникновении расчетных дефицитов мощности в энергосистеме К.

Анализ результатов расчетов позволяет сделать следующие выводы.

1) Характер переходного процесса не зависит от тяжести короткого замыкания и определяется послеаварийным составом сети.

2) Для сохранения динамической устойчивости при аварийном отключении линий достаточен объем мероприятий, необходимый для сохранения статической устойчивости, так как устойчивость системы определяется статической устойчивостью послеаварийного режима. Поэтому применение ОАПВ на линиях сечения I эффективно.

3) Расчетные дефициты мощности в системе К нарушают устойчивость системы по сечению II. Граничный аварийный дефицит мощности в системе К составляет для сечения II величину ~70 МВт, для сечения I аварийные величины дефицитов в системе М не превышают 160 МВт.

15.3. Структурные схемы размещения и взаимодействия устройств противоаварийной автоматики.

Систему автоматического предотвращения нарушения устойчивости энергосистемы (АПНУ) предусматривается выполнить по принципу территориальной иерархии с выделением устройств разного уровня управления. В настоящем проекте разрабатывается низший уровень управления, на котором решается максимальная часть общей задачи противоаварийного управления. На этом уровне система АПНУ включает в себя пусковые органы, исполнительные органы, устройство автоматической дозировки управляющих воздействий (АДВ) и устройства телепередачи доаварийной и аварийной информации, с помощью которых все эти устройства функционируют как единый комплекс. Структурная схема комплекса противоаварийной автоматики (ПА) приведена на чертеже N 14320тм-т2 лист 2.

15.3.1. Пусковые органы и управляющие воздействия.

Расчетами устойчивости, дополнительно выполненными по сравнению с ТЭО (1) в настоящем проекте (см. пункт **15.2**), подтверждена необходимость предусмотреть пусковые органы ПА для АПНУ, перечисленные в таблице на чертеже N 14320тм-т2 лист 4. В этой таблице даны условные номера пусковых органов и соответствующие им условные номера аварийных команд, каналы передачи которых показаны на структурной схеме (см. лист 2). Для каждого пускового органа в таблице знаком + показан тот набор управляющих воздействий (УВ), из которого в конкретных условиях могут быть использованы те или иные указанные УВ.

Пусковые органы (ФОЛ), фиксирующие аварийное отключение и ремонт проектируемой ВЛ 500 кВ Т-К по состоянию выключателей, предусматривается выполнить, применив чертежи принципиальных схем из типовой работы (2,3). Предусматривается установить одно устройство ФОЛ на подстанции (ПС) К, а другое на противоположном конце ВЛ- на ПС Т. Сигнал об отключении ВЛ Т-К с ПС Т предусматривается передавать по дублированному в.ч. каналу на ПС К, где происходит сбор всей аварийной информации и производится дозировка УВ ПА с помощью программируемого устройства автоматической дозировки (ПАДВ), выполненного на базе микропроцессорного контроллера ЛАДВ. Для других линий предусматривается использовать уже

существующие пусковые органы фиксации отключения ВЛ (ФОЛ).

Пусковой орган фиксации перегрузки (УФП) связи ОЭС Т-ОЭС К рассмотрен в п.**15.3.2.**

Для сохранения устойчивости в расчетных сечениях I,IIпредусматривается использование следующих исполнительных органов, с помощью которых реализуются управляющие воздействия (УВ), приведенные в таблице на чертеже N 14320тм-т2 лист 4:

-устройства ограничения мощности (ОМ) электростанций в избыточной отправной ОЭС Т с четырьмя ступенями по 300 МВт;

-устройства отключения нагрузки потребителей (ОН) в дефицитной приемной ОЭС К с четырьмя ступенями по 100 МВт;

-устройства ОН с общим объемом 640 МВт в дефицитной приемной энергосистеме (ЭС) М с подстанциями 500 кВ 2,К,5;

-устройство деления системы (ДС) на ПС 4 с резервированием его действия при отказе выключателя;

-устройства автоматики(АР)линейных и шинных реакторов 500кВ. локальные системы АПНУ со своими релейными устройствами АДВ (РАДВ), то реализацию управляющих воздействий (ОМ,ОН) в этих районах по сигналам УВ, выработанным в данном устанавливаемом на ПС К микропроцессорном ЛАДВ, предусматривается производить через эти устройства РАДВ с использованием уже существующих каналов телепередачи команд управления и исполнительных органов и устройств разгрузки станции типа ПАА с устройствами ЭЧСР на блоках 300 и 500 МВт, а также устройства ОН, имеющиеся на подстанциях 220,110,35 кВ.

На подстанциях 500 кВ 2,К,5, через которые проектируется производить отключение нагрузки в ЭС М, предусматривается установка панелей устройств ОН, принципиальные схемы которых предполагается выполнить с применением чертежей из типовой работы (10). Предусматривается действие этих устройств на отключение нагрузки потребителей через устройства РАДВ на этих подстанциях по каналам телепередачи команд на отключение соответствующих ступеней ОН на подстанциях 220,110,35 кВ внутри ЭС М.

На ПС 4 предусматривается, что устройство ДС действует на отключение ВЛ 500 кВ К-4 с одновременным отключением по телеканалам шунтирующей ВЛ 220 кВ. Предусматривается возможность деления по другому сечению на ПС 4 с выбором наивыгоднейшего сечения. Более детальная проработка устройства ДС, а также выполнение принципиальных схем устройства ДС по типовым чертежам (19) и цепей

его подключения к цепям управления выключателей, к пусковым цепям передатчиков АКПА-В и к выходным цепям приемников АКПА-В производится на стадии рабочих чертежей.

15.3.2. Устройства фиксации перегрузки связей (УФП).

Устройства УФП на ПС К предназначены для действия при возникновении аварийных дефицитов мощности в ОЭС К или в ЭС М.

Структурные схемы системы УФП по мощности и по углу связи ОЭС Т-ОЭС К показаны на чертеже N 14320тм-т2 лист 7. Для повышения надежности перегрузка фиксируется устройствами, действующими на разных принципах: на фиксации разности фаз двух векторов напряжений и на фиксации величины активной мощности. Соответственно этому применяются шкафы завода ЧЭАЗ типов ШЭ-2707 и ШЭ-2708.

В устройстве УФП по углу векторы напряжений, между которыми измеряется угол, моделируются в блоках самого шкафа ШЭ-2707. В случае ремонта проектируемой ВЛ 500 кВ Т-К к шкафу подводится фаза напряжения ПС Т, передаваемая на контрольной частоте аппаратуры АКПА-В в.ч. канала по ВЛ 500 кВ Т-К.

В устройстве УФП по мощности контролируется активная мощность в расчетных сечениях I и II. Как показано в п.**15.2**, предельное значение мощности сечения II зависит от мощности отборов на ПС 2 и ПС К или от мощности по сечению I. Для получения отбора мощности на ПС 2 устанавливается датчик мощности, используемый для телеизмерения с помощью устройства телемеханики УТМ-7. Отбор мощности на ПС К определяется как разность между активной мощностью, текущей по линиям К-Т, К-2, и активной мощностью, вытекающей по линии К-4. В обоих УФП используются только ступени фиксации перегрузки по статике, так как выполненные расчеты (см.п. **15.2**) показали, что нарушение динамической устойчивости системы при расчетных коротких замыканиях на линиях 500 кВ не происходит.

Уравнения срабатывания устройств УФП следующие:

$\delta_{т-к} >= \delta_{с.у.}$ $\quad t_{с.у.} >= t_{синхр.кач.}$

$P_{сеч.I} + K \star P_{сеч.II} >= P_{с.у.}$ $\quad t_{с.у.} >= t_{синхр.кач.}$

где:

$\delta_{т-к}$ -разность фаз моделируемых векторов напряжения ОЭС Т и ОЭС К;

$\delta_{с.у.}$ -угол срабатывания устройства;

4320тм-т2

$t_{с.у.}$ -выдержка времени срабатывания УФП;

$t_{синхр.кач.}$ -период синхронных качаний;

$P_{сеч.I}=P_{к-т}+P_{к-2}+P_2$ -текущее значение мощности в сечении I;

$P_{сеч.II}=P_{к-4}$ -текущее значение мощности по ВЛ в сечении II;

$P_{к-т}$ -контролируемое текущее значение мощности по ВЛ К-Т;

$P_{к-2}$ -то же по ВЛ К-2;

$P_{к-4}$ -то же по ВЛ К-4;

P_2 -телеизмеряемый отбор мощности на ПС 2;

K -коэффициент зависимости $P_{сеч.I}$ от $P_{сеч.II}$ при аппроксимации участка границы области допустимых режимов отрезком прямой линии;

$P_{с.у.}$ -мощность срабатывания устройства по статике.

Предусматривается перестройка параметров срабатывания устройства УФП при ремонте ВЛ 500 кВ Т-К, К-2, Т-2. Для этого к шкафу ШЭ 2707 подводятся сигналы ремонта этих ВЛ, в том числе сигнал ремонта, передаваемый по телемеханике УТМ-7 с ПС2.

Принципиальные схемы привязки и расчет уставок шкафов ШЭ 2707,ШЭ 2708 выполняются на стадии рабочих чертежей с использованием типовых материалов (4,5) и заводской документации (6,7).

Для настройки УФП могут быть использованы методические указания, приведенные в типовой работе института (5).

15.3.3. Программируемый локальный комплекс АДВ (ЛАДВ).

Простое, с ограниченным объемом функций, программируемое автоматическое устройство дозировки управляющих воздействий (ПАДВ) противоаварийной автоматики, устанавливаемое на ПС К и входящее в комплекс АПНУ, предусматривается выполнить на базе устройства ЛАДВ, разрабатываемого в настоящее время НПО космического приборостроения по заданию института "Энергосетьпроект" (11). Основные технические данные микропроцессорного устройства ЛАДВ, извлеченные из технического задания приводятся в приложении 18.

Устройство ЛАДВ состоит из двух равноценных полукомплектов, взаимно резервирующих друг друга. Любой из них кнопкой может быть назначен основным, тогда другой становится резервным. Решения по

УВ основного, даже при расхождении с решением резервного после их сравнения, выдаются как правильные при отсутствии сигналов диагностики о неисправности самого основного и резервного полукомплектов и после повторного счета. В каждый полукомплект вводится доаварийная информация в виде дискретных и аналоговых сигналов, а также и аварийные сигналы от пусковых органов. В ЛАДВ циклически с циклом 2-3 секунды обрабатывается текущая доаварийная информация и решается задача дозировки УВ ПА по алгоритму с заданными таблицами решений. Полученные в полукомплектах текущие значения УВ после сравнения записываются в энергонезависимую память, названную устройством автоматического запоминания дозировки (АЗД). По приходящим в момент аварии аварийным сигналам от пусковых органов на выходе каждого полукомплекта выдаются сигналы УВ, которые подаются в пусковые цепи передатчиков АКПА-В основного и резервного каналов телепередачи команд управления.

Для обеспечения требуемой надежности функционирования ЛАДВ предусматривается в каждом полукомплекте достоверизация введенных данных как по специальному алгоритму их обработки, так и путем их сравнения, а также проверка правильности решения задачи дозировки УВ путем сравнения массивов УВ, полученных в основном и резервном полукомплектах.

Конструктивно ЛАДВ выполняется в виде шкафа (стойки), начиненного блоками с платами, в конструктивах "Евромеханика".

Принципиальные схемы привязки устройства ЛАДВ выполняются на стадии рабочих чертежей с использованием заводской документации и применения чертежей, разработанных для комплекса ПАДВ на Южно-Казахстанской ГРЭС (23).

15.3.4. Телепередача аварийной и доаварийной информации. Задание на проектирование каналов связи.

Структура каналов телепередачи аварийной и доаварийной информации приведена на структурной схеме размещения и взаимодействия устройств ПА -черт.№I4320тм-т2-9 (стр. I43), а задание связистам на проектирование каналов связи для ПА приведено на

тежке № I4320тм-т2-I0 (стр.I44).

При разработке каналов связи по данному заданию могут быть использованы существующие, арендуемые и ранее запроектированные линии связи.

Требования по надежности для системы каналов связи ПА с аппаратурой АКПА-В следующие:

значение неготовности q <= 0,01

параметр потока ложных срабатываний w <= 0,01 1/год.

Доаварийная информация (сигналы ТИ,ТС) с помощью кодовой телемеханики передается к устройству ЛАДВ, размещёному на ПС К, по двум дублирующим друг друга магистралям, показанным на схеме:

1) ПС 2--ПС Т--ПС К--ПС 4;

2) ПС Т--ПС 2--ПС К--ПС 4.

Предполагается, что для телепередачи может быть использована аппаратура типа ТК 113 (или МПТК) и УТМ-7.

Требования по надежности к системе передачи доаварийной информации следующие:

значение неготовности q <=0,002-0,003

время цикла передачи сигналов по каналу не более t =3 с.

Предусматриваются каналы передачи данных с помощью аппаратуры АПД с ПС К на ДП ЭС Т и на ДП ЭС К для передачи по запросу информации о подготовленных в ПАДВ управляющих воздействиях противоаварийной автоматики (протокол дозировки),о состоянии ПА и т.п.

Для телепередачи аварийных сигналов от пусковых органов к устройству ЛАДВ и сигналов УВ от ЛАДВ к исполнительным органам предусматривается использование как существующих, так и вновь проектируемых резервированных в.ч. каналов с аппаратурой АКПА-В, имеющей 14 команд. Первые по приоритету 5 команд в этой аппаратуре используются, как правило, для целей релейной защиты. Остальные команды в порядке приоритета занимаются следующими командами противоаварийной автоматики: АДАР;АОПН·ФОЛ;ПС; ОН 1:4ст. в ОЭС К; ЗМ 1:4ст. в ОЭС Т; ОН 1,2ст. на ПС 2; ОН 1,2ст. на ПС К;ОН 1,2ст. на ПС 5; ОР 500 кВ на ПС Т,2,К,4. Перечень команд ПА, передаваемых в каждом основном и в резервном каналах, показанных на листе 2, составляется на стадии выполнения рабочих чертежей.

На контрольной частоте аппаратуры АКПА-В предусматривается телепередача доаварийной информации, для чего используется аппа-

ратура телемеханики типа ТК-113 и УТМ-7. Вместо ТК-113 может быть применена новая, разрабатываемая в настоящее время, аппаратура типа МПТК. Перечень сигналов, передаваемых по ТК-113, включает в себя, в том числе, сигналы ремонта элементов сети 500 кВ (ВЛ, АТ), сигнал телеизмерения мощности отбора на ПС 2, сигналы о располагаемом объеме УВ, о запрете на использование исполнительного устройства в каком-то узле, об ограничении величины УВ, связанной с действительным допустимым небалансом мощности в ОЭС, и выполняется на стадии рабочих чертежей.

С помощью УТМ-7 предусматривается осуществить быстрое телеизмерение (с циклом 0,1 секунды) мощности отбора на ПС 2 для УФП, размещенном на ПС К.

По проводам проектируемой ВЛ 500 кВ Т-К предусматривается запроектировать 2 в.ч. канала на аппаратуре АКПА-В в прямом и в обратном направлениях. На контрольной частоте одного из этих каналов предусматривается телепередача фазы вектора напряжения ПС Т для устройства УФП по углу. Считается, что возможна работа этого канала при ремонте самой ВЛ 500 кВ Т-К, поскольку заземление ее должно осуществляться через переносной в.ч. заградитель. В этот момент в УФП не работает фантомная схема, моделирующая вектор напряжения ПС Т, и поэтому требуется для нормальной работы УФП телепередача фазы. Организовать телепередачу фазы по существующим каналам по ВЛ 500 кВ Т-2-К невозможно, так как их проектируется занять телемеханикой ТК-113 (или МПТК) и УТМ-7.

Принципиальные схемы цепей пуска передатчиков и выходных цепей приемников АКПА-В выполняются на стадии рабочих чертежей по типовым материалам для проектирования (8). Аналогично, для аппаратуры УТМ-7 принципиальные схемы выполняются тоже по типовым материалам (15), а для аппаратуры ТК-113 (или МПТК) по материалам разработчиков (16).

15.3.5. Устройства ограничения повышения напряжения (АОПН).

Для защиты от опасных для оборудования повышений напряжения, которые могут возникать в результате одностороннего отключения проектируемой ВЛ 500 кВ Т-К как тремя фазами, так и одной или двумя фазами, предусматривается установка с обеих сторон ВЛ защиты от повышения напряжения, выполняемой с использованием микроэлектронного шкафа типа ШП 2704. Эта защита от повышения напряже-

ния проектируется в соответствии с "Техническими требованиями..." ВИЛ ТВН и выполненными расчетами перенапряжений, изложенными в разделе "Защита от внутренних перенапряжений".

Необходимые для настройки шкафов ШП 2704 расчеты параметров срабатывания АОПН по исходным данным (см."Технические требования...") о величине стока реактивной мощности, о мощности потерь на корону, об опасных для оборудования мгновенных и действующих значениях напряжения, выполняются на стадии рабочих чертежей.

Если одностороннее отключение ВЛ Т-К происходит в условиях ее работы с неполным числом реакторов, то возможно повышение напряжения и будет наблюдаться сток реактивной мощности с ВЛ к шинам. В этом случае могут сработать устройства АОПН на включенном и на отключенном концах ВЛ и действовать на включение реакторов через устройство автоматики реакторов (АР) или на отключение самой ВЛ. Команду телеотключения ВЛ предусматривается передавать по двум взаимнорезервируемым каналам (первый - по ВЛ Т-К; второй - по ВЛ Т-2-К) и контролировать принимаемый сигнал в шкафу ШП 2704 по модулю активной мощности линии. Избирательные органы в шкафу ШП 2704, контролирующие сток реактивной мощности, выявляют, какая из ВЛ, подключенных к шинам ПС, является источником повышения напряжения и имеют характеристику срабатывания

$$Q - Кт * |P| > -Qс.у.,$$

где:

Q - реактивная мощность, стекающая с линии;

|P| - абсолютное значение активной мощности линии;

Кт - коэффициент торможения по активной мощности;

Qс.у. - уставка (мощность срабатывания).

Торможение по активной мощности вводится в избирательный орган с целью предотвращения его возможного срабатывания в режиме передачи большой активной мощности, т.е. чтобы рабочий режим со стоком реактивной мощности к шинам не воспринимался бы как аварийный. Уставка избирательного органа выбирается такой, чтобы обеспечивалась надежная фиксация стока реактивной мощности холостой линии при наличии короны. Уставки токовых органов выбираются такими, чтобы надежно фиксировался отказ в отключении любой фазы линии.

Шунтирующие реакторы проектируемой ВЛ 500 кВ Т-К оборудуются автоматикой реакторов (АР).

Принципиальные схемы привязки защиты от повышения напряжения на базе шкафа ШП 2704, а также принципиальные схемы автоматики реакторов выполняются на стадии рабочих чертежей в соответствии с работами института (9,17).

15.3.6. Автоматическая ликвидация асинхронных режимов (АЛАР).

Выполненными расчетами асинхронных режимов (АР) по программе АЛАР-ПК (разработана институтом "Казахэнергосетьпроект", г.Алма-Ата) в полной и в ремонтных схемах сети 500 кВ показано совпадение сечений АР с расчетными сечениями I и II, выявленными при расчетах устойчивости (см. п.**15.2**). Электрический центр качаний (ЭЦК) располагается на линиях 500 кВ Т-К, Т-2 или на линии К-4.

Для ликвидации возможного асинхронного хода между ОЭС Т и ОЭС К или между ОЭС Т и ЭС М, или ЭС М и ОЭС К сохраняются существующие устройства АЛАР на ВЛ 500 кВ Т-2, в сети 220 кВ ЭС М и устанавливаются новые устройства АЛАР на ВЛ 500 кВ Т-К и К-4. При этом с целью обеспечения надежной ликвидации АР устройства АЛАР устанавливаются с обеих строн указанных ВЛ 500 кВ.

На этих линиях предусматривается установить микропроцессорное устройство автоматической ликвидации асинхронного режима типа АЛАР-М производства АО "Энергоприбор" (г.Смоленск), разработанное по техническому заданию института "Энергосетьпроект" (13; см.Приложение 14).Кроме того,на проектируемой ВЛ Т-К в качестве резервного устройства со стороны ПС Т предусматривается установить типовое устройство АЛАР (панель ЭПО-1195), контролирующее мощность, сопротивление, ЭЦК в зоне и число циклов АР. В микропроцессорном АЛАР-М контролируется угол между двумя моделируемыми за заданными сопротивлениями векторами напряжения, скольжение и число циклов.

Каждое из устройств АЛАР действует на отключение ВЛ со своего конца, а дополнительное устройство (ЗНПФ), входящее в состав панели ЭПО-1195, кроме того выдает команду на телеотключение противоположного конца, передаваемую по двум взаиморезервируемым каналам (первый - по ВЛ Т-К; второй - по ВЛ Т-2-К).

Расчеты параметров срабатывания и сопротивлений моделирования устройств АЛАР, а также принципиальные схемы привязки этих устройств выполняются на стадии рабочих чертежей по типовым материалам (21) и по заводской документации (22).

Схема размещения устройств АЛАР приведена на чертеже N 14320тм-т2 - I4 (стр.I48).

15.4. Алгоритм ЛАДВ и его адаптация к району противоаварийного управления.

В микропроцессорное устройство ЛАДВ на ПС К предусматривается заложить простейший алгоритм расчета дозировки управляющих воздействий (УВ) противоаварийной автоматики, так называемый табличный алгоритм или алгоритм с решеткой предварительно заданных значений решений (УВ). Этот алгоритм является фактически переложением на цифровую технику алгоритма действия аналого-релейного устройства АДВ с расширением сервисных функций и использованием других преимуществ, предоставляемых цифровой техникой.

Таблицы решений для алгоритма требуется заполнить данными, которые должны быть определены и рассчитаны на следующем этапе рабочего проектирования на основе расчетов устойчивости. Объем этих расчетов устойчивости достаточно велик и определяется необходимостью построения границы области статической устойчивости для каждого пускового органа в различных ремонтных схемах, с учетом выявления в каждом случае существенно влияющей зависимости предела от тех или иных отборов мощности. Требуется также определить эффективность использования тех или иных УВ для каждого пускового органа в соответствующих послеаварийных схемах.

Располагая границами областей статической устойчивости и заданным набором УВ, согласованным с эксплуатацией, определяют дискретные значения ступеней исходной мощности, контролируемой в соответствующем сечении. При подготовке данных могут быть использованы рекомендации, приведенные в работе (12).

Совокупность полученных таким образом данных образует исходную базу данных для расчетов УВ в устройстве ЛАДВ. Однако эти данные не могут быть введены в ЛАДВ и нуждаются в преобразовании в рабочие структуры данных, которые необходимы для проведения расчетов в самом ЛАДВ. Кроме того, необходима адаптация программного обеспечения, переносимого на ЛАДВ. Совокупность средств, позволяющих осуществить перенос как данных, так и программного обеспечения на устройство ЛАДВ, представляет собой инструментальный комплекс АДВ, который функционирует, как правило, на машинах типа IBM PC. В результате работы инструментального комплекса АДВ

генерируется программа, готовая для записи ее (прожигания) в ПЗУ (постоянном запоминающем устройстве) ЛАДВ.

Выбранные из ТР управляющие воздействия, для каждого ПО каждый раз записываются и хранятся в энергонезависимой памяти, в так называемом устройстве автоматического запоминания дозировки (АЗД). При аварии, по сигналу, пришедшему от ПО, извлекаются УВ из АЗД и выдаются из ЛАДВ в виде выходных сигналов управления, передаваемых по двум взаиморезервируемым в.ч. каналам к исполнительным устройствам, размещенным на конкретных объектах ОЭС К, ОЭС Т и ЭС М.

В соответствии с расчетами устойчивости выявилась необходимость предусмотреть дозировку УВ для пусковых органов, указанных в таблице на чертеже N 14320тм-т2 лист 4.

Учитывая дефицит генерирующей мощности в ОЭС К, принято, что поток мощности по связи ОЭС Т - ОЭС К всегда будет направлен в ОЭС К.

При разрыве связи 500 кВ в сечении I (срабатывание ПО-1 при ремонте ВЛ Т-К или ПО-3 при ремонте ВЛ Т-2) целью управления является сохранение устойчивости по сечению II, при этом шунтирующие линии 220 кВ в сечении I будут отключаться устройствами АЛАР.

При разрыве связи 500 кВ в результате срабатывания ПО-2 при ремонте ВЛ Т-К или ПО-3 при ремонте ВЛ 2-К целью управления является сохранение устойчивости по сечению I, для чего должно быть произведено деление системы путем отключения линий 500 и 220 кВ в сечении II, поскольку сеть 220 кВ ЭС М не способна пропустить транзитный поток мощности и сеть практически невозможно и нецелесообразно делить так, чтобы часть ее выделить на параллельную ра-

боту с ОЭС К.

При разрыве связи 500 кВ в сечении II (срабатывание ПО-4) целью управления является сохранение устойчивости по связям внутри ОЭС Т путем ликвидации в ней опасного избытка генерирующей мощности (ОМ).

На черт.№I4320тм-т2-I2 (стр,I46) приведена таблица характеристик дозировки ЛАДВ при перетоке мощности из ОЭС Т в ОЭС К для всех пусковых органов в полной и ремонтных схемах сети. Характеристики дозировки используются в качестве координат, в зависимости от которых определяются УВ ПА для пусковых органов, показанных в таблице на листе 5. В общем виде характеристики дозировки выражаются следующими формулами:

$$Р_{сеч.I} - К \times Р_{отб.} \quad (1)$$

$$Р_{сеч.I} - Р_{сеч.II} \quad (2)$$

где:

$Р_{сеч.I} = Р_{к-т} + Р_{к-2} + Р2$ -активная мощность по линиям 500 кВ К-Т, Т-2 сечения I в предаварийном режиме;

$Р_{сеч.II} = Р_{к-4}$ -мощность по линии 500 кВ К-4 сечения II в предаварийном режиме;

$Р_{отб.} = Р_{к-4} - (Р_{к-т} + Р_{к-2}) + Р2$ -мощность, отбираемая от связи ОЭС Т-ОЭС К в ЭС М через трансформаторы 500/220 кВ на ПС К, ПС 2 и ВЛ 500 кВ К-5 в предаварийном режиме;

К -коэффициент наклона прямой, аппроксимирующей участок границы области допустимой мощности в послеаварийном режиме.

По формуле 1 дозируются управляющие воздействия в ситуациях, фиксируемых пусковыми органами как ослабление связи ОЭС Т - ОЭС К. Для ситуаций, фиксируемых как разрыв этой связи, УВ дозируются по формуле 2.

Значение допустимого небаланса противоаварийного управления для ОЭС Т принято равным 500 МВт.

Результаты расчетов устойчивости (см.п.**15.2**) показали, что

для аварийного отключения таких элементов поперечных связей, как откл.ВЛ 500 кВ К-5, откл. автотрансформатора (АТ) 500/220 кВ на ПС 2, откл. АТ 500/220 кВ на ПС К, требуемая величина разгрузки сечения мала и находится в пределах точности расчета. Поэтому не предусматривается передача аварийных сигналов об отключении этих элементов к устройству ЛАДВ и в нем не предусматривается дозировка УВ для этих пусковых органов. Однако, для снижения влияния отключения ВЛ 500 кВ К-5 на устойчивость связи ОЭС Т - ОЭС К предусматривается дополнительное отключение реакторов 500 кВ на ПС К по сигналу аварийного отключения этой ВЛ в зависимости от доаварийного перетока по ВЛ 500 кВ К-4 и количества включенных реакторов более двух. Для учета ремонтов элементов поперечных связей в ЛАДВ помимо сигналов ремонта линий электропередачи ОЭС Т - ОЭС Т (ВЛ 500 кВ Т-К, ВЛ 500 кВ Т-2, ВЛ 500 кВ 2-К) предусматривается передача в ЛАДВ сигналов ремонта АТ 500/220 кВ на ПС К и на ПС 2, используемых для изменения значений дозировки УВ ПА.

При выводе в ремонт или при оперативном отключении ВЛ 500 кВ К-4-ОЭС К, устройство ЛАДВ прекращает свою работу. При отсутствии параллельной работы с ОЭС К и при соответственно сниженной на величину выдававшейся в ОЭС К мощности, аварийное отключение ВЛ 500 кВ Т-К, Т-2, 2-К не требуют воздействия ПА, а разрыв связи 500 КВ в условиях ремонта еще одной ВЛ 500 кВ считается чрезвычайно редким явлением и не является расчетной аварией.

Входные формы для ввода технологических таблиц и данных настройки устройства ЛАДВ выполняются на стадии рабочих чертежей и при вводе в работу всего комплекса ПА.

15.5. Корректировка и реконструкция противоаварийной автоматики смежных районов.

В устройствах АДВ ОЭС Т и ОЭС К предусматриваются цепи приема 4-х команд УВ в каждом от ЛАДВ на ПС К: соответственно ОМ 1-4 ступени по 300 МВт на электростанциях ОЭС Т и ОН 1-4 ступени по 100 МВт в узлах ОЭС К.

Принципиальные схемы цепей релейного переприема этих команд из вновь устанавливаемых по данному проекту приемников АКПА-В (на

подстанциях Т и 4) основного и резервного каналов в соответствующие уже существующие передатчики с корректировкой всех команд по приоритету выполняются по типовой работе на следующей стадии рабочих чертежей. Аналогично выполняются принципиальные схемы цепей релейного переприема команд, принимаемых на ПС Т от АДВ ОЭС Т (ОН 1,2 ст. на ПС 2; ОН 1,2 ст. на ПС К; ОН 1,2 ст. на ПС 5). Теперь эти команды должны прийти в ЛАДВ на ПС К и от него на подстанции 2,5,К. В связи с этим на этапе рабочих чертежей следует скорректировать принципиальные чертежи цепей для этих команд от выходных реле приемников АКПА-В до входов в существующие релейные устройства АДВ на ПС 2,К,5.

Для выполнения более точной и координированной с соседними районами дозировки УВ в проектируемом ЛАДВ на ПС К необходима такая дополнительная доаварийная информация из соседних районов противоаварийного управления, как значение действительного допустимого небаланса мощности, значение УВ,которое может быть осуществлено в этом соседнем районе в интересах данного района и т.п. Такая координация требует организации каналов связи между соседними ПАДВ. Для этого предусматривается выполнить соединение КП ТК113 на подстанциях Т и 4 для ретрансляции сигналов.Принципиальные схемы цепей этих соединений выполняются на стадии рабочих чертежей.

Для передачи на диспетчерские пункты (ДП) ОЭС Т и ОЭС К информации о состоянии, настройке и срабатывании комплекса противоаварийной автоматики предусматриваются комплекты аппаратуры АПД и каналы связи с этими ДП. Принципиальные схемы привязки этой аппаратуры выполняются на стадии рабочих чертежей.

15.6. Оценка стоимости ПА.

Стоимость устройств противоаварийной автоматики, которыми должна быть оснащена проектируемая ВЛ 500 кВ Т-К и прилегающая сеть, приведены в таблице 15.6.1 отдельно для каждой подстанции.

Стоимость оборудования дана в ценах 1984 и 1992 года.Коэффициент пересчета цен 1984 г. в цены 1992 г. принят равным 62,5.

15.7. Перечень научно-исследовательских работ.

Составляется по необходимости, например:

1) Разработка технических решений по использованию и настройке микропроцессорного устройства ликвидации асинхронного режима АЛАР-М в условиях работы проектируемой ВЛ 500 кВ Т-К.

Стоимость работы - 1500 тыс.руб.

Приложение 4.1

Наименование устройств	Единица измерения	Кол-во	Ориентир. стоимость единицы в ценах на 1984г. тыс.руб.	Суммарная стоимость тыс.руб.	Примечание
1	2	3	4	5	6
ПС Т					
1.Устройство ФОЛ	панель	1	1,0	1,0	
2.Передатчик АКПА-В	устр-во	2	3,0	6,0	
3.Приемник АКПА-В	устр-во	2	3,0	6,0	
4.Панель вспомогательной аппаратуры к АКПА-В	панель	3	1,0	3,0	
5.Устройство АОПН,шкаф ШП 2704	шкаф	1	4,2	4,2	
6.Автоматика управления реактором 500кВ	панель	1	1,0	1,0	
7.Панель устройства АЛАР типа ЭПО-1195/1-90	панель	2	2,0	4,0	
8.Микропроцессорное устройство АЛАР (АО"Энергоприбор"г.Смоленск)	шкаф	2	4000,0*	8000,0*	*цена 1992 года
9.КП комплекса телемеханики (МПТК или ТК-113)	устр-во	2	6,0	12,0	принято ТК-113-02

Итого по ПС Т в ценах 1992г.: (37,2 х 62,5)+8000,0 =10325,0 тыс.руб.

Продолжение табл. А.1

1	2	3	4	5	6
ПС 2					
1. КП комплекса телемеханики (МПТК или ТК-113)	устр-во	2	6,0	12,0	принято ТК-113-02
2. Датчик активной и реактивной мощности типа Е-841-3м1	аппарат	8	0,5	4,0	
3. Передатчик УТМ-7	комплект	2	9,0	18,0	
4. Панель устройства АЛАР типа ЭПО-1195/1-90	панель	1	2,0	2,0	
5. Микропроцессорное устройство АЛАР (АО"Энергоприбор"г.Смоленск)	шкаф	1	4000,0*	4000,0*	*цена 1992 года
6. Устройство отключения нагрузки	панель	1	1,0	1,0	

Итого по ПС 2 в ценах 1992г. : (37,0 х 62,5)+4000,0=6312,5тыс.руб.

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
ПС К					
1. Программируемый комплекс устройства АДВ на базе контроллера ЛАДВ	комплекс	1	20000,0*	20000,0*	*цена 1992г.
2. Устройство ФОЛ	панель	1	1,0	1,0	
3. Передатчик АКПА-В	устр-во	2	3,0	6,0	
4. Приемник АКПА-В	устр-во	2	3,0	6,0	
5. Панель вспомогательной аппаратуры к АКПА-В	панель	3	1,0	3,0	
6. Устройство АОПН, шкаф ШП 2704	шкаф	1	4,2	4,2	
7. Автоматика управления реактором 500кВ	панель	1	1,0	1,0	
8. Панель устройства АЛАР типа ЭПО-1195/1-90	панель	1	2,0	2,0	
9. Микропроцессорное устройство АЛАР (АО"Энергоприбор"г. Смоленск)	шкаф	1	4000,0*	4000,0*	*цена 1992г.
10. Датчик активной и реактивной мощности типа Е-841-3м1	аппарат	10	0,5	5,0	
11. Сумматор активной мощности	аппарат	2	0,5	1,0	
12. ПУ комплекса телемеханики (МПТК или ТК-113)	устр-во	2	6,0	12,0	принято ТК-113-02
13. Система регистрации аварийных процессов на базе ПТК "Венец"	шкаф	1	10000,0*	10000,0*	*цена 1992г.
14. Устройство фиксации перегрузки по мощности типа ШЭ 2708	шкаф	1	1500,0 *	1500,0*	*цена 1992г.
15. Устройство фиксации перегрузки по углу типа ШЭ 2707	шкаф	1	1400,0 *	1400,0*	*цена 1992г.
16. Приемник УТМ-7	устр-во	2	5,0	10,0	
17. Передатчик АПД для передачи информации из ПАДВ на ДП ЭС Т	устр-во	2	6,0	12,0	
18. Передатчик АПД для передачи информации из ПАДВ на ДП ЭС К	устр-во	2	6,0	12,0	
19. Устройство отключения нагрузки	панель	1	1,0	1,0	

Итого по ПС К в ценах 1992г. : (76,2 х 62,5)+36900,0-41662,5тыс.руб.

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
ПС 4					
1. Панель устройства АЛАР типа ЭПО-1195/1-90	панель	1	2,0	2,0	
2. Микропроцессорное устройство АЛАР (АО"Энергоприбор"г. Смоленск)	шкаф	1	4000,0 *	4000,0 *	*цена 1992г.
3. КП комплекса телемеханики (МПТК или ТК-113)	устр-во	2	6,0	12,0	принято ТК-113-02

Итого по ПС 4 в ценах 1992г. : (14,0 х 62,5)+4000,0=4875,0тыс.руб.

Окончание табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
ПС 5					
1. Устройство отключения нагрузки	панель	1	1,0	1,0	

Итого по ПС К в ценах 1992г. : 1,0 х 62,5=62,5тыс.руб.

Всего по всем ПС в ценах 1992г. : 63237,5тыс.руб.

2) Разработка программного обеспечения для ПАДВ ПС К. Стоимость работы - 10000 тыс.руб.

15.8. Перечень литературы и проектных материалов.

1. Эталон технико-экономического обоснования строительства линии электропередачи 500 кВ и выше. N 14318тм-т5, Институт, "Энергосетьпроект", Москва, 1994 г.

2. Принципиальные схемы устройств фиксации отключения линий 220-500 кВ. Типовые материалы для проектирования 407-0-175.88

3. Принципиальные схемы устройств фиксации отключения линий 750 кВ. Типовые материалы для проектирования 407-0-176.89

4. Устройство фиксации перегрузки электропередачи по разности фаз напряжений (типовые проектные решения). Технические решения. N 11508тм-т1, "Энергосетьпроект", Москва, 1983г.

5. Схемы и низковольтные комплектные устройства фиксации перегрузки электропередачи с применением шкафа ШП 2702. Схемы принципиальные. Типовые материалы для проектирования 407-03-555.90.

6. Шкаф автоматики типа ШЭ 2708. ИГФР.656.452.115 ПС1 Завод ЧЭАЗ.

7. Шкаф автоматики типа ШЭ 2707. ИГФР.656.452.116 ПС Завод ЧЭАЗ.

8. Принципиальные схемы управления аппаратурой АКПА-В. Отраслевые типовые материалы для проектирования. N 13790тм-т1,2 "Энергосетьпроект", Москва, 1990г.

9. Принципиальные схемы защиты от повышения напряжения на базе шкафа ШП 2704. N 3173тм-т1,2 "Энергосетьпроект", Москва, 1987г.

10. Принципиальные схемы исполнительных устройств отключения нагрузки от противоаварийной автоматики. Типовые материалы для проектирования 407-03-492.88.

11. Разработка микропроцессорного локального устройства автоматической дозировки управляющих воздействий противоаварийной автоматики энергосистем. Опытно-конструкторская работа. Техническое задание. N 14166тм-т1 "Энергосетьпроект", Москва, 1992г.

12. Рекомендации для энергосистем по выбору параметров настройки микропроцессорного локального устройства дозировки управляющих воздействий. N 14268тм-т2 "Энергосетьпроект", Москва, 1993г.

13. Разработка микропроцессорного устройства автоматической ликвидации асинхронного режима. Опытно-конструкторская работа. Техническое задание. N 14167тм-т1 "Энергосетьпроект", Москва,

1992г.

14. Отчет о научно-исследовательской работе. Математическое описание технологических модулей расчета УВ и принципы инструментального и оперативного управления ими. N 11820тм-т6, Институт"Энергосетьпроект", Москва, 1989г.

15. Принципиальные схемы управления аппаратурой телемеханики УТМ-7 для противоаварийной автоматики. Типовые материалы для проектирования 407-03-618.91.

16. Комплексы средств телемеханики ТК-113. Руководящий технический материал по применению. Редакция II-91 на 186 листах. СКТБ ТАСПУ г.Нальчик

17. Схемы и НКУ устройств автоматического ограничения повышения напряжения на линиях 330-500 кВ и автоматика управления шунтирующими реакторами. N 13718тм-т1,2 "Энергосетьпроект", Москва, 1990г.

18. Принципиальные схемы исполнительных устройств противоаварийной автоматики. Типовые проектные решения 407-0-168.85

19. Схемы и НКУ устройств разгрузки тепловых электростанций от противоаварийной автоматики. N 12265тм-т1 Институт "Энергосетьпроект" Казахское отделение, г.Алма-Ата, 1990г.

20. Принципиальные схемы автоматического прекращения асинхронного хода. Типовые материалы для проектирования 407-0-174.88.

21. Рекомендации по разработке схем размещения и взаимодействия типовых устройств АПАХ и по расчету этих устройств. N 8126тм-т12, "Энергосетьпроект", Москва, 1982г.

22. Микропроцессорное устройство автоматической ликвидации асинхронного режима"АЛАР-М".Технические условия.ИПАГ.402.253.001 ТУ ; Паспорт. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ИПАГ.402.253.001 ПС ; АО"Энергоприбор", завод "Измеритель" в г.Смоленск.

23. ВЛ 500 кВ Южно-Казахстанская ГРЭС-Джамбул. Том 14. Противоаварийная автоматика. Устройства ПАДВ, РАДВ и УФП. Проект. N 2518-16-т3 ,фирма "КИР", Москва 1992г.

24. ВЛ 1150 кВ Экибастуз-Агадырь. Павлодарская, Карагандинская, Джезказганская области Казахской ССР. Проект. Том I-17. Противоаварийная автоматика. Пояснительная записка и чертежи. N 2209-16-т1 Институт "Энергосетьпроект" Казахское отделение, г.Алма-Ата 1987г.

I6. РАСШИРЕНИЕ ПОДСТАНЦИИ Т ....

I6.I. Электротехнические решения

В соответствии с ТЭО строительства ВЛ 500 кВТ- К.... для её подключения на подстанции Т ..... сооружается ячейка 500кВ с подключением в линию реактора 3хРОДЦ-60000/500 (см. главу 9).

Существующее ОРУ 500 кВ выполнено по схеме "четырехугольника" с двумя линиями - на С..... ГРЭС и И.... ГРЭС и двумя автотрансформаторными присоединениями. На ПС установлены две группы автотрансформаторов 500/220 кВ по 3хI67 МВ.А. Существующие схемы ПС на напряжениях 220 и II0 кВ при сооружении ячейки 500 кВ не изменяются.

Схемные и конструктивные решения по существующей части ОРУ 500 кВ ПС Т..... учитывают перспективу сооружения проектируемой по настоящему титулу ВЛ на ПС К..... и в будущем ВЛ на ПС В.... и обеспечивают переход на типовую схему трансформатор - шины в пределах существующей компоновки ОРУ 500 кВ.

Присоединение ВЛ 500 кВ на ПС К.... предусматривается через два выключателя на сборные шины и ячейкой шунтирующего реактора с отдельным выключателем.

Таким образом, на ПС Т ..... на напряжении 500 кВ в перспективе намечено 6 присоединений - четыре линии и две группы автотрансформаторов. Для этого количества линий применяется типовая схема "трансформатор - шины с присоединением линий через два выключателя". На ВЛ на И..... ГРЭС и ПС К .... устанавливаются шунтирующие реакторы. Токи КЗ на шинах ПС приняты по работе "Схема развития Т..... энергосистемы на I995 год". Установленное ранее оборудование 500 кВ обеспечивает требование его к токам КЗ. Оборудование, устанавливаемое при расширении, принято аналогичным существующему. Ошиновка ОРУ 500 кВ выполняется двумя проводами ПА 500. Объемы и типы устанавливаемого оборудования приведены на чертеже № I4320тм-т2.2 (стр.I36).

Для повышения надежности работы выключателей при коммутации шунтирующих реакторов ВНИИЭ и НИИПТ рекомендуют параллельно реакторам подключать ограничители перенапряжений, что позволит снизить величину восстанавливающегося напряжения на

контактах выключателей.

Для обоснования такого решения необходимо провести НИР, по результатам которой должны определяться схемы присоединения ограничителей перенапряжений и их параметры. С этой целью в настоящем проекте сметной документацией предусмотрены расходы в сумме 30 млн.руб. на проведение испытаний и НИР.

В соответствии с действующими нормами технологического проектирования и директивными указаниями по повышению надежности работы электрооборудования в проекте расширения ПС Т... наряду с сооружением новой ячейки 500 кВ предусматривается реконструкция существующего ОРУ 500 кВ:

- в ячейки ВЛ на С.... ГРЭС и И..... ГРЭС дополнительно устанавливаются трансформаторы тока типа ТФЗМ-500Б-IУI, обеспечивающие требуемую точность измерения параметров ВЛ 500кВ;

- в этих же ячейках дополнительно к существующим устанавливаются вторые комплекты устройств НДЕ-500 для резервирования питания цепей напряжения устройств РЗ в соответствии с типовой работой № I4I98 тм;

- в соответствии со схемой "трансформатор-шины" на каждой системе шин дополнительно устанавливается по комплекту НДЕ-500 с присоединением к шинам через разъединители.

Шинные комплекты разъединителей размещены на свободных местах в ячейке № 5 с учетом возможности проезда механизмов при производстве работ и при минимальной длине кабелей от оборудования до панелей в ОПУ 500

Рост нагрузок СН в связи с расширением ПС обеспечивается установленной мощностью и схемой подключения трансформаторов СН.

В связи с сооружением на ПС ОПУ 500 (П) и необходимостью присоединения потребителей переменного тока с питанием от разных секций щита СН, проектом предусматривается его расширение на две панели. Дополнительные панели устанавливаются в новом ОРУ 500 и подсоединяются к существующему щиту кабелями от каждой секции.

Питание основных и резервных защит линий 500 кВ предусматривается от отдельных аккумуляторных батарей. По проекту дополнительно к двум существующим устанавливается новая бата-

рея типа СК-I2 напряжением 220В из I08 элементов с подзарядными агрегатами типа ВАЗП 380/260-40/80.

Запроектированная батарея и новый щит постоянного тока из 3 панелей устанавливаются в новом ОПУ.

Подстанция размещается в условиях обычных полевых загрязнений. В соответствии с опытом эксплуатации и с действующими нормами оборудование принято с изоляцией категории А, а удельная длина пути утечки изоляторов ОРУ I,5 см/кВ (2х33 изоляторов ПС 70Е).

Защита от прямых ударов молнии обеспечивается существующими молниеотводами, при этом в связи с сооружением нового ОПУ 500 один молниеотвод переносится.

Защита оборудования ПС от волн перенапряжений, приходящих с ВЛ, осуществляется тросовой защитой линий и вентильными разрядниками.

Для защиты от внутренних перенапряжений на проектируемой ВЛ устанавливается комплект разрядников РВМК-500П. Для защиты от повышения напряжения служат установленные в каждой из линейных ячеек по два комплекта трансформаторов напряжения НДЕ-500.

Заземление оборудования расширяемой части ПС и дополнительно устанавливаемого оборудования обеспечивается присоединением к существующему заземляющему устройству.

Рабочее и охранное освещение при расширении ПС остаются без изменения.

Для плавки гололеда на тросах проектируемой ВЛ на ПС оборудуется резервная ячейка II0 кВ. Строительная часть ячейки была выполнена ранее при сооружении ПС Т..... Проектом предусматривается установка выключателя ВМТ-II0Б и двух разъединителей РДЗ-II0 по аналогии с существующим оборудованием, установленном на подстанции.

Ведомость на основное электротехническое оборудование приведено в таблице I6.I.

В связи с сооружением новой ячейки для ВЛ 500 кВ на ПС Т..... производится частичная замена панелей защиты и реле существующих ячеек 500 кВ в сторону С..... и И..... ГРЭС.

Управление разъединителями новой ячейки осуществляется приводами из блоков управления, устанавливаемых в ОРУ 500 кВ.

Питание цепей оперативного тока осуществляется постоянным током напряжением 220 В.

Питание цепей управления электромагнитами включения и отключения выключателей 500 кВ, а также основных защит предусматривается от вновь устанавливаемой в новом помещении панелей аккумуляторной батареи.

Для измерения токов линий 500 кВ устанавливается три амперметра (в каждой фазе). На линиях 500 кВ также предусматривается измерение активной и реактивной мощности, установка двух счетчиков, одного автоматического осциллографа типа Н-I3, одного комплекта фиксирующих приборов нулевой последовательности типа ЛИФП.

Проектом предусматривается автоматика пожаротушения реакторов 500 кВ на ВЛ Т..... - К ..... .

В связи с проводимыми расширением и реконструкцией ОРУ 500 кВ требуется разместить I88 панелей (включая перспективу), для чего проектом предусматривается сооружение нового помещения панелей.

I6.2. Строительные решения

Расширение подстанции производится в границах ее ограды.

Перечень и техническая характеристика зданий и сооружений и перечень видов работ по расширению ПС 500/220/II0 кВ Т..... приведены в таблице I6.2.

Размещение проектируемых сооружений схему водоотвода на территории существующей ПС не изменяет, вертикальная планировка настоящим проектом не предусматривается. Размещение проектируемого здания помещения панелей дано на фрагменте генплана (см. чертеж I4820 тм-т2-3 (стр.I37)).

Исходные данные для разработки проекта расширения приведены в материалах изысканий к проекту ПС Т....., выполненных в I980 г.

Таблица I6.I

Ведомость основного электротехнического оборудования

Наименование и техническая характеристика	Т и п	Количество
I	2	3
Реактор однофазный 60000 кВА, 525 кВ, шт	РОДЦ-60000/ /500 УI	3
Выключатель воздушный 500кВ, 2000А, компл.	ВВБ-500А-35,5/ /2000УI	3
Выключатель маломасляный IIOкВ, I250А, шт	ВМТ-IIOБ-25/I250 УХЛI	I
Разъединитель однополюсный 500кВ, 3I50А, шт	РНДЗ-500/3I50УI	24
Разъединитель однополюсный IIOкВ, I000А, шт	РДЗ.I-IIO/I000 НУХЛI	2
Трансформатор тока 500кВ, шт	ТФЗМ 500Б-IУI	I5
Трансформатор напряжения, компл.	НДЕ-500	I8
Разрядник 500кв, шт	РВМК-500ПУI	3
Шинная опора, шт	ШО-500М	I8

Таблица I6.2

ПЕРЕЧЕНЬ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И ВИДОВ РАБОТ ПО РАСШИРЕНИЮ
ПС 500 кВ Т.....

Наименование зданий, сооружений и видов работ	Показатели			Указания о примененных типовых проектах		Техническая характеристика
	Площадь застройки, $м^2$	Кубатура, $м^3$	Протяженность, м	Наименование проекта	Кем и когда выпущен	
I	2	3	4	5	6	7
Здания и сооружения основного производственного назначения						
ОРУ 500 кВ				Использование решений и конструкций типового проекта № 407-03-383.86	Институт "Энергосетьпроект", СЗО № I27I9тм-т.5, I985	Порталы ошиновки-существующие. Стойки опор под оборудование – существующие; металлические рамы, устанавливаемые на существующие стойки, заводского изготовления. Проектируемые опоры под оборудование из стоек УСО и металлических рам заводского изготовления. Закрепление стоек в грунте в сверленные котлованы с обетонировкой.
Здания помещения панелей	687,5	2750		Использование решений и конструкций типового проекта с увеличением помещения панелей на I2м	Институт "Энергосетьпроект", СЗО № 9628тм, I979	Одноэтажное здание, прямоугольное в плане с размером в осях II,86х54м с высотой помещений в свету 3,9 м. В качестве ограждающих конструкций приняты сборные ж/б панели секций БМЗ комплектной поставки.
Кабельные каналы			338	Использование решений и конструкций типового проекта 4.407-267	Институт "Энергосетьпроект", СЗО № 9697тм-т2,3, I985	Прокладка кабелей по территории ОРУ 500 кВ и в узле установки автотрансформаторов между существующим ОПУ в: – наземных ж/б лотках со съемными плитами – в полуподземных лотках

Продолжение таблицы I6.2

I	2	3	4	5	6	7
				Сооружения транспортного хозяйства		
Внутриплощадочная автодорога с шириной проезжей части 3,5 м	766	–	20I,5	Повторно примененный проект с с использованием ранее действовавшего типового проекта № I0505тм	Институт "Энергосетьпроект", D0, I988г	В уровень планировки. Конструктивные слои дорожной одежды (см): – одиночная поверхностная обработка – 2 – среднезернистый асфальтобетон – 5 – щебень с пропиткой вязким битумом – 8 – гравий – I8 – песок – I6
Ограждение здания помещения панелей	–	–	288,3	Использование решений и конструкций типового проекта № I0375тм	Институт "Энергосетьпроект", трест "Электростройподстанция" № I0375тм, I976	Внутренняя бесстолбовая ограда высотой I,6 м, выполняемая из металлических звеньев (рамок), обтянутых плетеной сеткой
				Инженерные сети		
Сеть водопровода			242	Индивидуальная разработка	..... ЭСП, I99.. г.	Трубы чугунные напорные ∅ 65 ГОСТ 5525-88
Сеть канализации			227	Индивидуальная разработка	..... ЭСП I99.. г.	Трубы керамические канализационные ∅ I50 ГОСТ 286-82

I7. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Разработанные в ТЭО ВЛ 500кВ Т.... - К.... вопросы организации эксплуатации этой ВЛ, включая схему и объемы ремонтно-эксплуатационного обслуживания, сооружение жилья для эксплуатационного персонала и пунктов временного пребывания персонала на трассе, состав материалов и оборудования аварийного запаса и пр. при утверждении ТЭО не претерпели изменения.

В соответствии с решениями, принятыми при разработке ТЭО настоящим проектом предусматриваются:

I) Осуществление ремонтно-эксплуатационного обслуживания ВЛ на участке ПС Т.... - угол 28 и большого перехода через р.О.... силами и средствами Т..... ПЭС Т.....ой энергосистемы и на участке угол 28- ПС К.... - В.... ПЭС К....ой энергосистемы;

2) увеличение численности ремонтно-эксплуатационного персонала, необходимого для обслуживания сооружаемой ВЛ 500 кВ Т.... - К.... и подстанции Т... в связи с её расширением, на 42 человека (в т.ч. по Т..... ПЭС на 2I человека и по В... ПЭС на 2I человека);

3) сооружение жилых домов на 2I квартиру в гор.Т.... и пос. В..... для персонала Т.... и В .... ПЭС;

4) сооружение 4-х пунктов временного пребывания персонала на трассе с вертолетными площадками;

5) увеличение парка машин и механизмов ПЭС, предназначенных для ремонтно-эксплуатационного обслуживания линий электропередачи, на II единиц, в том числе для Т.... ПЭС на 9 единиц (вездеход ГТТ - 2 шт, сетевая машина ГАЗ-66 - 2 шт, тягач ГРАЗ-255Б- - I шт, автомобиль ЗИЛ-I3I - I шт., телескопическая вышка с высотой подъема 26 м- I шт., автомобиль УРАЛ-375 - I шт., трактор "Белорусь" с навесным устройством - I шт) и для В.... ПЭС на 2 единицы (вездеход ГТТ и автомобиль ЗИЛ-I3I);

6) создание аварийного запаса материалов и оборудования в соответствии с действующими нормативами в составе:

- промежуточная опора ПБ-I	- 5 шт
- провод АС 300/39	- 3,2 т
- грозозащитный трос С-70	- 0,8т

- гирлянда поддерживающая для проводов
  Ix28xПС I20Б – I5 шт
- гирлянда натяжная для проводов
  3x27xПС I60Д – 5 шт
- поддерживающее крепление троса
  IxПС70 Е – I0 шт
- поддерживающее крепление троса
  4xПС 70Е – 2 шт
- натяжное крепление троса IxПСI20Б – 6 шт
- натяжное крепление троса 4xПСI20Б – 2 шт
- соединительный зажим для провода
  САС 330-I – 60 шт
- соединительный зажим для троса
  СВС-70-3 – 20 шт
- дистанционная распорка РТ-2-400 – 60 шт
- гаситель вибрации для троса ГВН-3-I2 – 20 шт

I8. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Проект линии электропередачи выполнен в соответствии с действующими нормами и правилами безопасности.

Основные мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию ВЛ, следующие:

- заземление всех опор с соблюдением нормированных сопротивлений заземляющих устройств;
- применение опор, обеспечивающих условия безопасного подъема на них персонала и производство ремонтно-эксплуатационных работ без снятия напряжения;
- установка специальных ступенек (*степ*-болтов) на стойках опор для безопасного подъема;
- конструктивное выполнение узла крепления траверс со стойкой опоры, позволяющее монтеру осуществить безопасный переход со стойки на траверсу;
- болтовое соединение заземляющих спусков на опорах, обеспечивающее возможность замеров сопротивления заземлений без отсоединения грозозащитного троса;
- расположение фаз на ВЛ, выполнение пересечений с инженерными сооружениями, расстояния при параллельном следовании и сближении ВЛ с другими объектами, обеспечивающие соблюдение санитарно-технических норм, предусмотренных для безопасности персонала.

Мероприятия по охране труда и технике безопасности при проведении строительно-монтажных работ подробно освещены в типовых технологических картах на отдельные виды работ.

При выполнении работ в зоне влияния напряжения наведенного расположенными вблизи строящейся ВЛ действующими электроустановками, следует руководствоваться "Правилами техники безопасности при строительных и монтажных работах на действующих и вблизи действующих линий электропередачи". Подвеска проводов и тросов на участках пересечений должна выполняться только после отключения и надежного заземления рабочего пролета действующей ВЛ.

Погрузочно-разгрузочные работы на строительных площадках и на железнодорожных станциях должны производиться в соответствии с действующими нормативными документами.

I9. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Экологическое обоснование сооружения ВЛ 500 кВ Т... – К.... выполнено в ТЭО строительства этого объекта. По результатам их рассмотрения Т....м и К....м областными комитетами по охране природы и окружающей среды выданы разрешения на природопользование.

Конструктивное выполнение линии электропередачи, принятое в ТЭО, и оказываемое ею воздействие на окружающую природную среду, при разработке проекта остались в основном без изменения (за исключением отдельных изменений, направленных на предотвращение и уменьшение объема воздействия).

Влияние сооружаемой ВЛ Т..... – К..... на социально-экономические условия жизни населения Т....й и К....й областей в целом и зоны расположения трассы ВЛ также осталось без изменения.

В результате уточнения количества опор по типам, устанавливаемых на ВЛ, с учетом согласования землевладельцев и землепользователей в постоянное и временное (на период строительства) пользование изымаются следующие площади земель:

Виды угодий	Площади изымаемых земель, га			
	Т.....я область		К.....я область	
	Пост.польз.	Врем.польз.	Пост.польз.	Времен.польз.
Пашня	0,7	29	I,4	58
Луг	2,I	87	2,I	87
Выгон	I,4	58	0,7	29
Лес	–	–	I,4	58
Лес по болоту	II,5	464	0,7	29
Кустарник	–	–	0,7	29
Кустарник по болоту	2,4	87	–	–
Болото	2,3	87	–	–
Прочие	I,4	58	–	–
Всего	2I,8	870	7,0	290

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации ВЛ в соответствии с действующими нормативами (ПУЭ, глава 2.5) на землях, покрытых лесом и кустарником, вырубаются просеки шириной от 42 до 58 м в зависимости от высоты деревьев лесного массива и 38 м в кустарнике.

Площади вырубки леса и кустарника составляют:

Характеристика насаждений	Площадь вырубаемых насаждений, га	
	Т.....я область	К.....я область
Лес II группы	-	55
Лес III группы	708	90
Кустарник II группы	-	38
Кустарник III группы	II4	-
Всего	822	I83
в т.ч.		
Лес	708	I45
Кустарник	II4	38

При дополнительных согласованиях на стадии проекта удалось сократить протяженности прохождения трассы по пашне на 3 км (I км в Т....й обл. и 2 км в К...й обл.), по лесу II группы на 4 км (в К ....й обл.).

Уточнения и изменения природоохранных мероприятий, предусмотренных в ТЭО проектируемой линии, а также разработки дополнительных мероприятий по уменьшению степени воздействия проектируемой ВЛ на окружающую природную среду на стадии проекта не требуется.

Как было указано в ТЭО, для ВЛ 500 кВ Т.....- К..... предусмотрены следующие природоохранные мероприятия:

I) Прокладка трассы в обход лесных массивов I группы в В..... районе Т..... области и в В..... и П..... районах К..... области (удлинение трассы на 8 км), культурно-исторических памятников в К.... области (удлинении трассы на Iкм).

2) Удаление трассы от п.г.т С.....Т-й области, села К..... и поселка В..... К.....й области, д/о М..... на расстояния, обеспечивающие соблюдение нормативов по уровням воздействия - напряженности электрического поля, акустического шума, радио- и телевизионных помех (удлинение трассы на 3 км).

3) Повышение габаритов от проводов до земли на землях фермерских хозяйств в Л.....-ом и И.....ом районах К....й области для снижения напряженности электрического поля с 15 кВ/м до 5 кВ/м (установка свободностоящих опор на подставках высотой 5 и 10 м.).

4) Посадка кустарников, посев трав и одерновка на участках подверженных эрозии в результате нарушения естественного состояния грунтов при строительстве ВЛ.

5) Компенсация освоения новых земель взамен сельскохозяйственных угодий (пашня, луг), изъятых в постоянное пользование.

6) Рекультивация земель, изымаемых во временное пользование.

7) Возмещение убытков, причиняемых землевладельцам и землепользователям изъятием земельных участков в постоянное и временное пользование, в том числе для временных сооружений (возмещение стоимости защитных насаждений, стоимости незавершенного производства, стоимости урожая сельхозкультур и пр.).

Для контроля за действенностью примененных мероприятий должны быть проведены измерения напряженности электрического поля и уровней радио-телевизионных помех на соответствующих участках ВЛ сразу после включения ВЛ в эксплуатацию, в дальнейшем такие измерения должны производиться по заявлениям населения или после переустройства ВЛ.

Посадка растительности на участках, подверженных эрозии, должна контролироваться в процессе строительства, а ее приживаемость в течение ..... лет после окончания строительства.

Рекультивация земли контролируется в ходе строительства ВЛ с завершением ее к моменту ввода ВЛ в эксплуатацию.

Капитальные вложения и эксплуатационные расходы на реализацию природоохранных мероприятий составляют:

Наименование природоохранных мероприятий	Капитальные вложения, млн.(тыс.) руб.	Эксплуатационные (ежегодные) расходы, млн.(тыс.)руб.
I	2	3
I. Удлинение трассы в связи с обходом лесных массивов и культурно-исторических памятников.		
2. Удлинение трассы для удаления ее от населенных пунктов и д/о		
3. Повышение габаритов от проводов до земли		
4. Посадка кустарников и посев трав для защиты от эрозии		
5. Компенсация освоения новых земель		
6. Рекультивация земель		
7. Возмещение убытков землевладельцам и землепользователям		

Примечание: Стоимость повышения габаритов от проводов до земли определена как разность в стоимости эквивалентных по длине участков ВЛ, сооруженных на нормальных и повышенных опорах.

Эколого-экономическая эффективность примененных в проекте природоохранных мероприятий, определенная по капитальным вложениям, путем сравнения их с другими возможными мероприятиями.

I) Прокладка трассы в обход лесных массивов I группы - - млн.руб. (сравнение удлинения трассы со стоимостью ВЛ, проходящей напрямую без вырубки леса - на переходных опорах).

2) Обход культурно-исторических памятников - другого варианта выполнения нет.

3) Удаление трассы от населенных пунктов - мл.руб. (сравнение удлинения трассы со стоимостью ВЛ с повышенным габаритом и с устройством выносных антенн).

4) Повышение габаритов до земли - млн.руб. (сравнение со стоимостью ВЛ на опорах нормальной высоты, но с сокращенными пролетами).

5) Посадка кустарников, посев трав - мл.руб. (сравнение со стоимостью ВЛ, проложенной в обход земель, подверженных эрозии).

6) Компенсация освоения новых земель - млн. руб. (сравнение со стоимостью ВЛ, проложенной в обход сельскохозяйственных угодий).

7) Рекультивация - альтернативного решения нет (возможно только проложение трассы в обход сельскохозяйственных угодий - см. выше).

8) Возмещение убытков землевладельцам и землепользователям (то же, что и для рекультивации).

Воздействие ВЛ 500 кВ Т..... - К..... на окружающую природную среду после реализации вышеназванных природоохранных мероприятий не превысит действующих норм и дальнейшее снижение степени ее воздействия нецелесообразно.

20. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛ

Основные технико-экономические показатели ВЛ 500 кВ [illegible]..... - К....., полученные в результате выполнения проекта, приведены в таблице.

Технико-экономические показатели ВЛ 500кВ
Т..... - К.....

Наименование показателя	Показатели по проекту	Показатели по ТЭО
I	2	3
По линии электропередачи		
I. Максимальная передаваемая мощность, МВт	920	850
2. Протяженность ВЛ по трассе (включая большой переход), км	400	395
3. Количество цепей	одна	одна
4. Конструкция фазы	3хАС 300/39	3хАС 300/39
5. Грозозащитный трос	С-70	С-70
6. Тип основных опор	ПБ1, ПБ2, Р2, Р2+5, Р2+10, У2, У2+5	
7. Расход основных строительных материалов		
- сталь, т	12820	13500
- цемент, т	4400	4500
- сталеалюминиевый провод, т	4170	4118
- стальной канат, т	510	504
8. Продолжительность строительства, мес	37	37
9. Численность эксплуатационного персонала, чел.	29	29
10. Стоимость строительства одного километра ВЛ (в ценах 19.. г), тыс.руб.	711	715

I	2	3
По большому переходу		
I. Схема	К-ПА-ПА-К	К-ПА-ПА-К
2. Протяженность, м	2625 (625+1375+625)	2625 (625+1375+625)
3. Количество цепей	одна	одна
4. Конструкция фазы	2хАС 500/336	2хАС 500/336
5. Грозозащитный трос	С-170	С-170
6. Тип опор	Ш 500-1/100 К 500-1	Ш 500-1/100 К 500-1
7. Расход основных строительных материалов		
- сталь, т	815	830
- цемент, т	550	560
- сталеалюминиевый провод, т	65,0	65,0
- грозозащитный трос,	7,7	7,7
8. Продолжительность строительства, мес.	14	14
Расширение ПС Т.....		
1. Количество и мощность устанавливаемых шунтирующих реакторов РОДЦ-60000/500, шт	3х60	3х60
2. Количество устанавливаемых выключателей типа ВВБ-500А--35,5/2000 У1, комплектов	3	3
3. Расход основных строительных материалов		
- сталь, т	210	210
- цемент, т	120	120
4. Продолжительность строительства, мес.	9	9
5. Численность эксплуатационного персонала, чел.	13	13

I	2	3
Стоимость строительства полная / СМР, млн.руб.		
I. Полная базисная стоимость в ценах I9... г.	338,8/2I8,4	338,6/2I8,5
в том числе		
2. Объектов производственного назначения	328,6/208,2	328,4/208,3
Из них:		
- Линия электропередачи	282,5/I88,6	280,6/I82,4
- Большой переход	20,7/I4,4	22,3/I5,6
- Расширение ПСТ...	25,4/I0,2	25,5/I0,3
3. Объектов жилстроительства	I0,2/I0,2	I0,2/I0,2

Как показано в ТЭО строительства ВЛ 500 кВ Т.....- К.... уровень примененных на линии научно-технических решений не уступает передовым странам.

Показатели эффективности объекта, определенные в ТЭО инвестиций в строительство ВЛ 500 кВ Т.....-К..... и уточненные в ТЭО строительства этой ВЛ, при разработке проекта практически не претерпели изменений и вывод ТЭО о целесообразности строительства ВЛ 500 кВ Т..... - К ..... - остается в силе.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ВЕДОМОСТЬ ВЫРУБКИ ПРОСЕКИ

Высота деревьев, м	Ширина просеки, м	Протяженность участка, м									
		Крупный, средней крупности ($\varnothing >$ 24 см)			Мелкий, очень мелкий ($\varnothing =$ 12÷24 см)			Кустарник ($\varnothing \leq$ 11 см)			Подлесок
		Густой	Средней густоты	Редкий	Густой	Средней густоты	Редкий	Густой	Средней густоты	Редкий	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25	74	400									200
20	64	1200	1600								500
18	60				5600	7800	6000				3150
17	58				3200	8020	9010				4650
15	54				6300	7530	6240				4200
. . . . .											
10	44				9120	12100	8850	3400	5300	2120	3800
9	42				8560	10020	7420	1730	2250	1830	5300
. . . . .											
6	36							4150	3230	2100	
5	34							2420	830	750	
Всего, га		10,6	10,2							30,5	

I. Высота деревьев учитывает их перспективный рост в течение 25 лет с момента ввода ВЛ в эксплуатацию.

2. При определении ширины просеки радиус кроны принимался с учетом перспективного роста в течение 25 лет с момента ввода ВЛ в эксплуатацию.

Ведомость строительных конструкций

Опоры			Фундаменты				Примеч. (уклон свай)
Шифр	К-во	Вес, т	Шифр	К-во	Бетон, м³	Металл, т	
1	2	3	4	5	6	7	8
ПБ1	208		1С35-1-8 – Н	416			10:1
			1С35-1-8-НР+1Р38	416			5:1
ПБ1	184		2С35-1-10-Н +1Р2-35-30-1	368			10:1
			2С35-1-8-Н+1Р2-35-24-0	368			10:1
ПБ1	204		1С35-1-10-Н	408			10:1
			2С35-1-8-Н+1Р2-35-24-0+ +2Р40	408			10:1
ПБ2	158		4С35-1-10-Н+1Р4-35-30/24-1	816			10:1
			4С35-1-10-Н+1Р4-35-24/20-0+ +1Р38	816			10:1
ПБ 2	38		6С35-1-12-Н+1Р4-35-24/20Д-1	76			Верт.
			2С35-1-12-Н+1Р2-35-24-0+ +2Р10	76			10:1

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6	7	8
ШБ 2	I26		2С35-I-I0-Н+IР2-35-30-I	252			I0:I
			3С35-I-8-Н+IР3-35-20/24-0+IР38	252			I0:I
Р2			4С35-I-8-Н+IР4-35-25С/30-4				Верт.
Р2+5			4С35-I0-Н+IР4-35-25С/30-4				Верт.
Р2+I0			6С35-I-8-Н+IР35С/24П-4-6				Верт.
У2			2С35-I-8-Н+IР4-35-20С-4				Верт.
У2+5			4С35-I-8-Н+IР4-35-25С/30-4				Верт.
У2+I2			4С35-I-I0-Н+IР4-35-25С/30-4				Верт.
$У2^{К}$+5							
У2Т+5							
У220-2							

I	2	3	4	5	6	7	8

У220-3

УII0-2

УII0-2П

УII0-I+5

УСII0-3

. . . . . .

Приложение 9

Ведомость монтажных материалов ВЛ

Наименование	Марка или тип	№ ГОСТа	К-во, т	Примечания
Сталеалюминиевый провод	АС 300/39	839-80	4I73,2	в т.ч. 3,2т – аварийный запас
Сталеалюминиевый провод	АС 500/336	839-80	65,0	переход через р.О..
Стальной канат	С-70 II,0-Г-В-Ж-Р-II80	3063-80	5I0,8	в т.ч. 0,8т – аварийный запас
Стальной канат	С-I70 I7,0-Г-В-ОЖ-Н-I370	3064-80	7,7	переход через р.О..

Приложение I0

Ведомость оборудования ВЛ

Наименование	Тип	К-во	Примечания
I	2	3	4
Поддерживающая гирлянда изоляторов	30хПС I20Б	2895	
Натяжная гирлянда изоляторов	3х28хПСI60Д	300	
Поддерживающая гирлянда для обводки шлейфа	30хПС 70Е	I50	
Поддерживающая гирлянда изоляторов	2х26х хПС 400Б	4	Переход через р.0.....
Натяжная гирлянда изоляторов	6х32х хПС 300В	4	Переход через р.0.... Переходные опоры
Натяжная гирлянда изоляторов	6х26х хПС 300В	6	Переход через р.0... Концевые опоры
Поддерживающее крепление троса	IхПС 70Е	I330	
Поддерживающее крепление троса	4хПС 70Е	600	Участок с плавкой гололеда
Распорка	РГ-2-400	6240	
Распорка	РГ-2-500	900	
Распорка	РГ-2-600	900	
Распорка	РУ-2-400	900	Для установки в шлейфах

продолжение

1	2	3	4
Распорка	РГ-4-600	500	Переход через р.0....
Гаситель вибрации	ГВН-3-I2	4I60	для троса С-70
Гаситель вибрации	ГПС-3,2-I3--650/88	36	Переход через р. 0....
Гаситель вибрации	ГПГ-3,2-I3--650/88	36	-"-
Гаситель вибрации	ГПС-2,4-I3--500/20	I2	-"-
	ГПГ-2,4-I3--500/20	I2	-"-
Зажим соединительный	САС-330-I		
Зажим соединительный	СВС-200-3	4	Переход через р.Обь

Ведомость заземляющих устройств ВЛ

Шифры опоры	№ чертежа заземляющего устройства по типовому проекту	Кол-во опор	Расход стали		Примечания
			На опору, кг	Всего, т	
I	2	3	4	5	6
ПБ I	3602тм				
	ВЛ-П-40, поз.I	50	25,2	I,26	Заземляющие устройства из круглой стали ⌀ I2 мм
	ВЛ-П-40, поз.2	I00	79,2	7,92	
	ВЛ-П-40, поз.4	I00	II5,2	II,52	
ПБ I ПБ 2	3602 тм ВЛ-П-40, поз.2	I00	I42	I4,2	Заземляющие устройства из круглой стали ⌀ I6 мм
У2	3602тм				Заземляющие устройства из круглой стали ⌀ I2 мм
У2+5	ВЛ-П-44, поз.2	I0	86,4	0,86	
У2+I2	ВЛ-П-44, поз.4	20	I22,4	2,45	

I	2	3	4	5	6
Ш500-I/I00	3602 тм ВЛ-П-36, поз.2	2	I42	0,28	Заземляющие устройства из круглой стали ∅ I6 мм
К 500-I	3602тм ВЛ-П-44, поз.2	2	I55	0,3I	
ПБ-I	–	80			Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей
ПБ-2	–	80			
Р2+5	–	I2			
У2+5	–	8			
Всего		550		50,0	∅ I2 мм
		2I0		30,0	∅ I6 мм
		I80		–	Без заземления

Приложение I2

Ведомость оборудования ВЧ каналов связи по ВЛ.

N пп	Наименование	Тип	Ед. изм.	Кол-во	Примечан
1.	Высокочастотный заградитель	ВЗ-2000-0,5У1	шт	6	
2.	Конденсатор связи	СМБ-166/$\sqrt{3}$-0,014У1	шт	18	
3.	Фильтр присоединения	ФПМ-4650	шт	6	
4.	Разъединитель однополюсный	РВО-10/400	шт	6	
5.	Аппаратура ВЧ связи 6-канальная со встроенным усилителем на 100 Вт	АКСТ-06	шт	2	
6.	Аппапратура приемо-передающая ВЧ каналов релейной защиты	АВЗК-80	шт	2	
7.	Аппаратура для передачи сигналов противоаварийной автоматики, передатчик	АКПА-В, пер.	шт	4	
8.	Аппаратура для передачи сигналов противоаварийной автоматики, приемник	АКПА-В, прм	шт	4	
9.	УКВ радиостанция стационарная симплексная	RS-210/C-S	шт	2	
10.	УКВ радиостанция мобильная	RS-210/M	шт	4	
11.	УКВ радиостанция носимая	RS-204/R	шт	4	
12.	Ретранслятор	RPT-210	шт	10	
13.	Радиомачта высотой 30м	АС-30	шт	10	
14.	Радиомачта высотой 40м	АС-40	шт	2	
15.	Аппаратура приемо-передающая для передачи телеинформации	1200КН-02	шт	8	
16.	Разделительный фильтр	РФ	шт	4	
17.	Кабель радиочастотный	РК-75-9-12	км	3,0	
18.	Кабель радиочастотный	РК-50-7-11	км	0,2	

Приложение 13.

Основные технические характеристики устройства ЛАДВ.

Извлечение из технического задания .

1. Наименование и область применения.

Микропроцессорное локальное устройство автоматической дозировки управляющих воздействий противоаварийной автоматики (ПА) энергосистем (в дальнейшем "устройство") предназначено для автоматической выдачи команд противоаварийного управления (ПАУ) при получении пускового сигнала об аварийном возмущении от пускового органа (ПО) в одном из двух режимов работы устройства: .

- автоматической дозировки воздействий (АДВ) - определения управляющих воздействий (УВ) по заданному алгоритму, параметрам настройки с учетом фактических схем и режимов работы энергосистемы; .

- автоматического запоминания и выдачи дозировки (АЗД) - на основании информации о соответствии аварийных возмущений и команд ПАУ, передаваемой в устройство от централизованной противоаварийной автоматики (ЦПА) энергосистемы по каналам связи с устройством верхнего уровня (ВУ ПА).

Областью применения устройства являются локальные децентрализованные системы ПА энергорайонов.

5. Основные технические требования.

5.1. В доаварийном режиме устройство осуществляет циклически (длительность цикла 2-3 с) следующие функции.

5.1.1. Считывание входной информации.

5.1.1.1. Прием телемеханической (ТМ) и местной информации о схеме сети, готовности (неготовности) устройств ПА, о режимных параметрах сети, о координации настройки ПА с верхнего уровня (ВУ ПА).

5.1.1.2. Прием оперативных и телемеханических команд на изменение настройки ПА.

5.1.1.3. Прием от ЦПА сигналов теленастройки, команд перевода устройства в режим АДВ и обратно, выдача квитанций-подтверждений для передачи в ЦПА - в режиме АЗД.

5.1.2. Распознавание схемы сети, проверка достоверности и обработка информации о режиме работы сети с учетом информации о

5.1.3. Вычисление и запоминание УВ по формулам или таблицам для сохранения устойчивости параллельной работы для всех возможных пусковых органов, ступеней тяжести возмущения и доаварийной схемы сети.

5.1.4. Прием команд теленастройки от ЦПА и контроль исправности каналов теленастройки.

5.1.5. Формирование массива соответствий пусковых сигналов об аварийных возмущениях командам ПАУ на основании п.5.1.3 в режиме АДВ или п.5.1.4 в режиме АЗД.

5.1.6. Формирование и выдачу информации БУ ПА.

5.1.7. Контроль и диагностику программных и технических средств.

5.2. В аварийном режиме:

5.2.1. При получении сигнала от пусковых органов (ПО) устройство выдает сигналы-команды УВ в соответствии с запомненными данными по п.5.1.5.

5.3. В соответствии с указанными функциями устройство должно обеспечить:

5.3.1. Прием и запоминание дискретных сигналов в виде открытого коллекторного перехода или сухого контакта:

5.3.1.1. до 16-ти пассивных сигналов состояния сети и устройств ПА, ТМ;

5.3.1.2. до 16-ти инициативных пусковых сигналов продолжительностью не менее 5-10 мс.

5.3.2. Вывод до 16 (32) сигналов ТС-команд противоаварийного управления продолжительностью не менее 500 мс на выполнение УВ к исполнительным устройствам ПА. Цепи вывода дискретной информации (выходные цепи) могут осуществляться через реле-повторители (например, с герконовыми реле типа РПГ-8),контакты которых могут осуществлять коммутацию цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой, постоянная времени которой не превышает 0,75 мс, при номинальном напряжении 220 В и токе до 5 А (схема выполнения выходных цепей уточняется при разработке).

5.3.3. Ввод до 12-ти токов и до 3-х напряжений от трансформаторов тока и напряжения энергообъекта, обеспечивающий гальваническую развязку аппаратуры устройства от измерительных трансформаторов тока и напряжения, а также безразрывное отключение входных токовых цепей в процессе ремонта и технического обслуживания, осуществляемый блоком ввода аналоговых сигналов.

5.3.3.1. В результате преобразования введенных токов и нап-

ряжений блоком предпроцессорной обработки сигналов должны быть получены технологические параметры энергообъекта, а именно - значения активных мощностей исходного режима (уточняются при разработке).

5.3.3.2. Клеммник внешних связей устройства должен обеспечивать подсоединение к ним провода сечением до 0,75 кв.мм под пайку и до 2,5 кв.мм под винт.

5.3.4. Прием по дублированным каналам до 4-х сигналов ТМ в виде параллельного 16-ти разрядного кода: - 8 разрядный информационный код; - 1 знаковый разряд; - до 4-х адресных разрядов; - 1 разряд признака (ТИ-ТС); - 1 разряд разрешения считывания информации; - 1 разряд фиксации неисправности устройства.

5.3.5. Прием 2-х дублированных аналоговых сигналов (по 2 входа на каждый из 2-х сигналов) параметров режима от датчиков мощности или устройств ТМ с аналоговым выходом (широтно-модулированным).

5.3.6. Прием путем межмашинного обмена по двум каналам от ЦПА и выдача в ЦПА квитанций - подтверждения приема (уточняется при разработке).

5.3.7. Обмен информацией с персональной ЭВМ типа IBM PC по интерфейсу ИРПС или С2.

Драйверы связи устройства с ЭВМ должны разрабатываться на основе форматов и общих алгоритмов обмена, которые определяются разработчиком устройства на этапе технорабочего проекта.

5.3.8. Достоверизацию вводимой аналоговой и дискретной информации аппаратными и программными средствами, в том числе сопоставлением информации, получаемой от дублированных устройств.

5.4. В устройстве должна быть предусмотрена возможность ввода оперативных параметров с целью внесения изменений в состав и характер выполняемых функций, задаваемых ремонтным и дежурным персоналом (количество и характер вводимых оперативных параметров уточняется при разработке). При этом должна быть обеспечена защита от несанкционированного доступа.

Ввод в работу и вывод из работы отдельных функций устройства, а также устройства в целом должен осуществляться персоналом с помощью функциональной клавиатуры с сигнализацией и контролем выполняемых операций. Кроме того, вывод устройства в целом должен выполняться также отдельным переключателем с одновременной сигнализацией выполняемых операций.

5.5. Должна быть обеспечена возможность контроля правильности ввода оперативных параметров и их использования неограниченное

время в энергонезависимом ОЗУ.

5.6. Для обеспечения функций по п. 5.4, а также функций сигнализации должна быть предусмотрена возможность использования специально разработанного устройства отображения буквенно-цифровой информации, функциональной и буквенно-цифровой клавиатуры (требования уточняются при разработке).

5.7. Время срабатывания устройства с момента появления входного пускового сигнала ТС о возникновении аварийной ситуации до момента появления сигнала ТС-команды на выполнение УВ (выходного сигнала) не должно превышать 20 мс.

Должна быть предусмотрена защита, предотвращающая возможность выдачи выходного сигнала при отсутствии входного.

5.8. Цепи переменного тока устройства должны выдерживать ток, равный 1,1 Iн длительно, и без повреждения ток 20 Iн в течение 1 с (Iн=1 А или 5 А - номинальный фазный ток трансформаторов тока, к которым подсоединяется устройство).

5.9. Цепи переменного напряжения устройства должны выдерживать длительно 1,15 и кратковременно (в течение 1 с) 1,8 Uн (Uн=100/$\sqrt{3}$ В - номинальное фазное напряжение трансформаторов напряжения, к которым подсоединяется устройство).

5.10. Устройство должно быть рассчитано на питание от двух взаимнорезервируемых сетей переменного и постоянного тока с параметрами:

5.10.1. Номинальное напряжение однофазной сети переменного тока 220 В.

5.10.2. Допустимое отклонение напряжения сети переменного тока от 198 до 242 В.

5.10.3. Допустимое отклонение частоты сети переменного тока от +5 до -5% номинального значения 50 Гц.

5.10.4. Номинальное напряжение сети постоянного тока- 220В.

5.10.5. Допустимое отклонение напряжения сети постоянного тока от 176 до 242 В.

5.10.6. Допустимое значение межпикового напряжения переменной составляющей в постоянном напряжении - до 5%.

5.11. Мощность, потребляемая от сети переменного или постоянного тока аппаратурой устройства, не должна превышать 200-300 ВА (уточняется при разработке).

5.12. Требования к программному обеспечению (ПО).

5.12.1. Системное ПО устройства и его технологическое ПО должны поставляться заказчику записанными в ППЗУ и на гибких дисках и документированными в описании.

5.12.2. Системное ПО реального времени должно обеспечивать:

5.12.2.1. управление отдельными функциональными подсистемами (процессами) в составе технологического ПО и их взаимодействие между собой и с системным ПО;

5.12.2.2. систему диагностирования и локализации неисправностей;

5.12.2.3. систему обеспечения работы устройства при сбоях;

5.12.2.4. средства, обеспечивающие загрузку и проверку функционирования в устройстве программ, подготовленных на персональных ЭВМ типа IBM PC/XT(AT);

5.12.2.5. привязку событий к астрономическому времени.

5.12.3. Технологические задачи устройства связаны с вычислением УВ и выдачей команд на их выполнение для обеспечения устойчивости параллельной работы в энергосистеме при возникновении возмущений в схемах передачи мощности, а также с регистрацией соответствующих событий (уточняются при разработке).

5.12.3.2. Управляющие воздействия вычисляются с учетом попадания возмущений в интервал одновременности, который может неоперативно изменяться в диапазоне 5-50 с.

5.12.3.4. Анализ доаварийной схемы сети устройством осуществляется по сигналам, получаемым от устройств фиксации отключения (включения) элементов сети.

5.12.3.5. Устройство должно иметь возможность приема и обработки сигналов корректировки противоаварийного управления от ВУ ПА.

Связь с ВУ ПА должна обеспечиваться по дублированным каналам ИРПС (уточняется при разработке).

5.14. Требования к надежности устройства.

5.14.1. Устройство должно относиться к восстанавливаемым и многоканальным изделиям.

5.14.2. Устройство должно сохранять работоспособность со снижением быстродействия не более, чем на 20% при любом единичном отказе в резервируемых каналах (включая отказ блока питания), а также обеспечивать автоматический контроль исправности этих каналов.

5.14.3. Устройство должно сохранять или автоматически восстанавливать свою работоспособность после любого сбоя с учетом снижения быстродействия по п. 5.14.2.

5.14.4. Средняя наработка на отказ при односменном ремонтном обслуживании должна быть не менее 80000 часов.

5.14.5. Среднее время наработки на дефект должно быть не ме-

нее 5000 часов.

5.14.6. Среднее время восстановления (без учета времени ожидания ремонта) - не более 2 часов.

5.14.7. Периодичность технического обслуживания - 20000 часов и его длительность не более 8 часов.

5.14.8. Число возникающих за год случаев неправильного срабатывания, возникающих без аварийного возмущения, по причине ненадежности - НСБН<=0,005 1/год.

5.14.9. Должна быть обеспечена работоспособность устройства в диапазоне температур окружающего воздуха от +5°С до +45°С.

5.14.10. Должны быть предусмотрены аппаратурно-программный контроль и диагностика как аппаратуры устройства, так и выполняемых функций:

- аппаратурно-программный контроль всех цепей до разъема;
- выявление неисправного блока и модуля в нем (в режиме профилактического контроля).

5.14.11. Срок службы устройства должен быть не менее 10 лет.

5.14.12. Коэффициент полноты проверки исправности устройства должен быть не менее:

- для нерезервированных каналов - 0,95;
- для резервированных каналов - 0,99.

5.16. Условия эксплуатации, требования к эксплуатации и ремонту.

5.16.1. Устройство должно изготавливаться для эксплуатации в климатическом исполнении УХЛ для категории размещения 4 ГОСТ 15150-69 и предназначено для работы в интервале температур от +5° С до +45°С при относительной влажности от 5 до 95%.

5.16.2. Устройство должно сохранять работоспособность при воздействии на его входные и выходные цепи электромагнитных помех в соответствии с ОСТ 25.1020-82.

5.16.3. Аппаратура устройства должна обеспечивать правильное функционирование при существующих на энергообъектах уровнях помех и отвечать требованиям МЭК (публикация 255-4).

5.16.4. По устойчивости от воздействия окружающей среды устройство должно изготавливаться в обыкновенном исполнениии по ГОСТ 12997-84.

5.16.5. В части воздействия механических факторов внешней среды устройство должно соответствовать категории М6 по ГОСТ 17516-72.

5.16.6. Сопротивление изоляции всех гальванически несвязанных внешних цепей устройства относительно корпуса и между собой

при нормальных климатических условиях должно быть не менее 10 МОм (1 класс сопротивления изоляции по ГОСТ 12434-83).

5.16.7. Электрическая изоляция всех независимых внешних цепей устройства должна выдерживать без пробоя и перекрытия испытательное напряжение (эффективное значение) переменного тока частоты 50 Гц в течение одной минуты:

1500 В - для входных цепей переменных напряжений и тока;
для цепей питания (~220 В; =220 В);
для входных и выходных цепей, гальванически связанных с источником напряжения 220 В.

500 В - для низковольтных цепей напряжением ниже 30 В.

Кроме того, изоляция первой группы из указанных цепей должна выдерживать относительно корпуса и между собой три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения, имеющих (при работе источника сигнала на холостом ходу):

- амплитуду 5 кВ с допустимым отклонением минус 10%;
- длительность переднего фронта $1,2 \cdot 10^{-6}$ с с допустимым отклонением ±30%;.
- длительность спада $50 \cdot 10^{-6}$ с с допустимым отклонением ± 20%;
- длительность интервала между импульсами не менее 5 с.

Приложение 14.

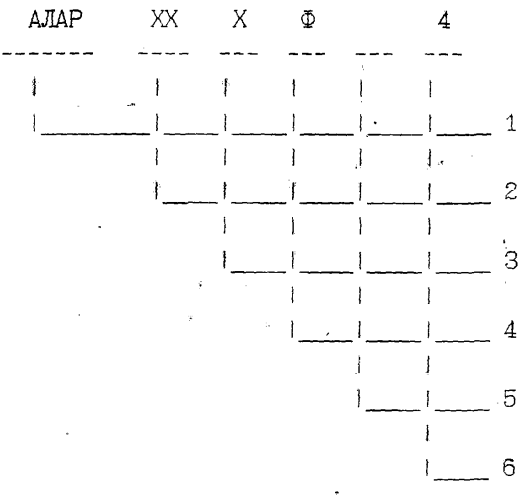
Основные технические характеристики микропроцессорного устройства АЛАР-М.

Извлечение из технических условий.

Устройство предназначено для его использования в качестве устройства автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР), осуществляющего выявление асинхронного режима в энергосистеме и мероприятия по его ликвидации.

Виды климатического исполнения УХЛ4, О4 по ГОСТ 15150.

Структура условного обозначения типа исполнения устройства



1. Устройство автоматики ликвидации асинхронного режима.
2. Исполнение по номинальному току :
   21 - 1А ;
   25 - 5А .
3. Исполнение по номинальной частоте :
   Д - 50Гц , Е - 60Гц
4. Номинальное напряжение оперативного постоянного тока 220В.
5. УХЛ или О - климатическое исполнение по ГОСТ 15150.
6. Категория размещения по ГОСТ 15150.

Пример записи обозначения устройства автоматической ликвидации асинхронного режима на номинальный ток 1 А, номинальную частоту 50 Гц при заказе :

Устройство АЛАР-21ДУХЛ4.

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.2. Основные параметры и размеры.

1.2.1. Основные параметры устройства должны соответствовать указанным в табл.1.

1.2.2. Габаритные, установочные размеры и масса устройства должны соответствовать указанным в ПРИЛОЖЕНИИ 2.

1.2.3. Перечень входных и выходных цепей устройства приведен в ПРИЛОЖЕНИИ 3.

1.3. Характеристики.

1.3.1. Устройство должно быть предназначено для работы в следующих условиях:

1.3.1.1. Номинальные значения климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543. При этом:

- верхнее и эффективное значение температуры окружающего воздуха принимается равным 40гр.С - для климатического исполнения УХЛ4 и 45гр.С - для климатического исполнения О4;

ТАБЛИЦА 1

Н. П.	Норма для типоисполнений			
	АЛАР-21ДУХЛ4 АЛАР-21ДО4	АЛАР-21ЕУХЛ4 АЛАР-21ЕО4	АЛАР-25ДУХЛ4 АЛАР-25ДО4	АЛАР-25ЕУХЛ4 АЛАР-25ЕО4
1	1	1	5	5
2	100/ 3	100/ 3	100/ 3	100/ 3
3	50	60	50	60
4	220	220	220	220

Наименования параметров:

1. Номинальный переменный ток, А
2. Номинальное напряжение переменного тока, В
3. Номинальная частота, Гц
4. Номинальное напряжение оперативного постоянного тока, В

-нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха принимается равным - 10гр.С (без выпадания инея и росы); .

- высота над уровнем моря должна быть не более 2000м;

- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях разрушающих материалы и изоляцию; .

- место установки устройства должно быть защищено от попадания брызг воды, масла, эмульсии и т.п.;.

- должно отсутствовать непосредственное воздействие солнечной радиации.

1.3.1.2. Рабочее положение устройства - вертикальное, с отклонением до 5 градусов в любую сторону .

1.3.1.3 При климатическом исполнении 04 устройство должно быть стойким к поражению плесневыми грибками.

1.3.1.4. Устройство должно соответствовать группе условий эксплуатации М38 по ГОСТ 17516.1. При этом максимальное ускорение вибрационных нагрузок принимается равным 0,5g при степени жесткости УП по ГОСТ 17516.1.

1.3.2. Сопротивление изоляции всех элементов независимых цепей относительно корпуса и между собой в обесточенном состоянии при температуре окружающей среды (20-+5)гр.С и относительной влажности до 80% должно быть не менее 10 МОм.

ПРИМЕЧАНИЕ: Характеристики, приведенные в дальнейшем без специальных оговорок, соответствуют нормальным условиям:.

- температуре окр.среды (20+-5)гр.С, отн.влажности не более 80%, номинальному значению напряжения постоянного или переменного тока.

1.3.3. Электрическая изоляция всех независимых цепей по отношению к корпусу, а также между независимыми цепями, за исключением цепей до 24 В должна выдерживать без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 1500 В (эффективное значение) переменного тока, частота 50 Гц в течение 1 мин.

Электрическая изоляция цепей напряжением до 24В (после отсоединения от корпуса) должна выдерживать относительно корпуса без пробоя и перекрытия в течение 1 мин испытательное напряжение 500 В частоты 50 Гц.

При повторных испытаниях испытательное напряжение должно составлять 80% полного испытательного напряжения.

1.3.4. Электрическая изоляция устройства должна выдерживать

без повреждения три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения, имеющих (при работе источника сигнала на холостом ходу) амплитуду 5 КВ с допустимым отклонением минус 10% для всех цепей, кроме цепей до 24 В, а также цепей размыкающихся контактов.

Параметры импульсного напряжения: длительность переднего фронта импульса 1,2 мкс с допустимым отклонением +-30% и длительность спада 50 мкс с допустимым отклонением +-20%.

Длительность интервала между импульсами - не менее 5 с.

1.3.5. Устройство должно выдерживать в рабочем режиме длительно:

- 100% номинального значения переменного тока и 110% номинального значения оперативного постоянного или переменного тока;
- 115% номинального значения переменного напряжения.

При этом превышение температуры обмоток над температурой окружающей среды не должно превосходить величин, допускаемых для класса нагревостойкости, определяемой изоляцией соответствующих узлов и элементов устройства.

Превышение температуры примененных в устройстве изделий (конденсаторов, полупроводниковых приборов, резисторов и др.) над температурой окружающей среды не должно быть более величин, максимально допустимых техническими условиями на эти изделия.

1.3.6. Питание устройства должно осуществляться от аккумуляторной батареи напряжением 220 В через преобразовательный блок питания, установленный в устройстве.

Допустимые пределы изменения напряжения постоянного оперативного тока должны быть от 176 до 242 В.

1.3.7. Мощность потребляемая устройством по цепи напряжения постоянного оперативного тока в режиме до срабатывания при номинальном напряжении не должна быть более 20 Вт.

Мощность, потребляемая устройством в режиме срабатывания при номинальном напряжении не должна быть более 30 Вт.

Устройство не должно ложно срабатывать при нарушении цепей питания и при снятии, подаче или кратковременном (до 50 мс) исчезновении напряжения постоянного оперативного тока.

1.3.8. Устройство не должно ложно срабатывать при воздействии высокочастотных помех, имеющих:

- форму затухающих колебаний частоты 1 МГц с допустимым отклонением +-10%;
- амплитудное значение первого импульса при продольной схеме подключения источника сигнала помехи должно составлять 2,5 кВ

с отклонением +-10%, при поперечной схеме - 1,0 кВ с отклонением +-10%;

- модуль огибающей, уменьшающийся после 3-6 периодов на 50%;
- частоту повторения импульсов - 400 Гц;
- продолжительность воздействия импульсов - 2с;
- внутреннее сопротивление источника высокочастотного сигнала (200+-20)Ом;
- источник сигнала помехи должен подключаться к цепям переменного тока и напряжения переменного тока контролируемой сети, а также к цепям оперативного постоянного тока напряжением 220 В, к цепям контактов выходных реле.

1.3.9. Устройство реализуется аппаратно-программными микропроцессорными средствами .

1.3.10. Аппаратные средства устройства обеспечивают:

- аналого-цифровое преобразование до трех входных контролируемых напряжений ;
- аналого-цифровое преобразование до шести входных контролируемых токов ;
- управление восемью выходными реле ;
- опрос состояния контактов пяти управляемых внешними сигналами реле.

1.3.11. Аппаратные средства устройства обеспечивают возможность управления коэффициентом усиления входных контролируемых сигналов . Допускается использование двух каналов усиления с коэффициентами усиления (на номинальной частоте) для первого 1+-15%; для второго 8+-15%.

1.3.12. Аппаратные средства устройства снабжаются оперативным запоминающим устройством с объемом памяти не менее 2К 16-ти разрядных слов. Обеспечивается запись и чтение произвольной цифровой информации в любой из ячеек ОЗУ.

1.3.13. Аппаратные средства устройства снабжаются полупостоянным или постоянным запоминающим устройством (ППЗУ) с объемом памяти не менее 4К 16-ти разрядных слов.

Обеспечивается чтение произвольной цифровой информации, записанной в любой из ячеек ПЗУ.

1.3.14. Аппаратные средства устройства включают однострочный не менее чем восьмиразрядный семисегментный цифровой дисплей. Обеспечивается произвольное программно задаваемое управление программой дисплея.

1.3.15. Аппаратные средства устройства включают две кнопки управления, состояние контактов которых опрашивается контроллером

устройства.

1.3.16. Аппаратные средства устройства включают два канала (соответственно ввода и вывода) приема-передачи информации. Каналы обеспечиваются оптронной развязкой. Прием передачи информации осуществляется последовательными, програмно управляемыми интерфейсами.

1.3.17. Аппаратные средства устройства, включают программатор, обеспечивающий запись и чтение произвольной цифровой информации в ячейки ППЗУ (реализация узла задания уставок).

1.3.18. Аппаратные средства устройства обеспечивают возможность АЦ-преобразования не менее 9-ти входных аналоговых сигналов с частотой дискретизации не менее 600 Гц.

1.3.19. Устройство должно содержать программируемый таймер, осуществляющий управление АЦ-преобразованием контролируемых сигналов.

1.3.20. Устройство должно содержать блок ждущего мультивибратора, контролирующий длительность, поступающих на его вход импульсов, и воздействующий на сброс процессора при отклонении длительности контролируемых импульсов от заданной более, чем на 50%.

1.4. Технологические алгоритмы устройства реализуется программными средствами, базирующимися на основе обработки результатов АЦ-преобразования контролируемых токов и напряжений, с учетом значений введенных уставок, состояния контактов входных реле и информации, полученной по каналу ввода-вывода.

1.4.1. Устройство выполняется трехступенчатым и состоит из двух блоков, работающих при положительном и отрицательном скольжении.

1.4.2. Быстродействующая первая ступень осуществляет задачу обнаружения АР на первом его цикле за счет контроля граничной фазовой характеристики в плоскости "скольжение-угол" которая аппроксимируется зависимостью (условия срабатывания):

$$\delta > \delta_{зад} \text{ при } S1<S<S2,$$

где $\delta_{зад}$, S1, S2 - заданные константы; δ - значение взаимного угла; S - взаимное скольжение.

1.4.3. Действие первой ступени предусматривается только на первом цикле АР и блокируется при его развитии.

1.4.4. Принцип действия II ступени устройства основан на фиксации заданного взаимного угла (180эл.гр) в заданном цикле АР.

1.4.5. Принцип действия III-ей ступени устройства аналоги-

чен таковому для II-ой ступени. При этом контроль режима III - ей ступенью разрешается через заданное время (до 20с) после срабатывания II-ой ступени с повторным отсчетом (отдельно от второй ступени) заданного количества циклов АР.

1.4.6. Устройство контролирует разность фаз (угол) и скольжение между двумя векторами напряжений. Информация о фазе каждого из указанных векторов напряжений может быть получена посредством моделирования, которое должно осуществляться в двух направлениях на основе линейной комбинации одного из фазных напряжений в месте установки устройства и соответствующих фазных токов линий в соответствии с выражениями: .

$$Um1=Uш+I1Zm1,$$

$$Um2=Uш+I2Zm2,$$

где:

Uш - вектор фазного напряжения на шинах в месте установки;

Um1, Um2 - вектор первого, второго моделируемых фазных напряжений удаленных концов электропередачи;.

I1, I2 - вектора фазных токов первой, второй линии;.

Zm1, Zm2 - заданные вектора сопротивления моделирования.

1.4.7. Устройство осуществляет контроль длительности каждого из циклов АР (изменение угла на 360 гр.). При превышении длительности цикла величины уставки счетчики циклов угла обнуляются. Погрешность отсчета длительности циклов не более 2%.

1.4.8. Диапазон задаваемых уставок по вторичному сопротивлению моделирования Zm должен находиться в пределах:

от (10+1) до (150+15) Ом при номинальном токе 1А;

от(2+0,2) до (30+3) Ом при номинальном токе 5А.

Должна быть предусмотрена возможность установки нулевой уставки.

1.4.9. Должна быть предусмотрена возможность дистанционного изменения уставки по сопротивлению моделирования Zm.

1.4.10. Угол между опережающим вектором напряжения моделирования и номинальным током на входе при отсутствии напряжения переменного тока должен регулироваться в диапазоне от 70гр. до 90гр.

1.4.11. Для ввода уставок предусматривается специальный программный блок, обеспечивающий :

- ввод режима задания уставок только в случае набора на

дисплее оговоренного ключевого трехзначного числа;

- вывод из действия устройства в режиме задания уставок;
- отображение номера и значения вводимой уставки (см. Приложение 4);
- запись значений вводимых уставок в ППЗУ, проверку правильности осуществленной записи.

1.4.12. При вводе уставок обеспечивается точность не менее 0,5% от вводимого значения.

1.4.13. Угол между векторами напряжения моделирования при отсутствии переменного тока должен быть не более +-1гр.

Должна быть обеспечена линейная зависимость модуля вектора моделирования от частоты моделируемого напряжения соответствующего направления (увеличение с повышением частоты) как для индуктивного сопротивления.

1.4.14: Дополнительная погрешность не должна превышать +-1гр. по фазе между напряжением моделирования и входным током и отсутствии входного напряжения и изменения тока в диапазоне токов от 0,4Iн до 3Iн по отношению к значениям при номинальном токе.

1.4.15. Дополнительная погрешность по фазе напряжения моделирования при изменении температуры по отношению к температуре (20+-5) гр.С в диапазоне температур от +5 до +45 не должна превышать +-1гр.

1.4.16. Дополнительная погрешность по фазе напряжения моделирования при изменении входного напряжения переменного тока в пределах от 0,2Uн до 1,5Uн и отсутствии тока не должна быть более 1гр.

1.4.17. Дополнительная погрешность напряжения моделирования при изменении частоты в пределах от 47 до 53 Гц и номинальных входных величинах тока и напряжения не должна превышать +-1гр. по фазе и +-3% по модулю.

1.4.18. Дополнительная погрешность оценки разности фаз не должна быть более +-1гр. при изменении каждого из следующих факторов в отдельности:

- температуры по отношению к нормальной в пределах от +5 до +45гр.С;
- напряжения сети от номинального в пределах от 0,2 до 1,5 кратного номинального значения;
- частоты по каждому входу по отношению к номинальной в пределах от 45 до 55 Гц.

Погрешности приведены для случая изменения одного из влияющих факторов при номинальных остальных величинах.

1.4.19. Предусмотрена возможность ввода двух сигналов (разности фаз и скольжения) от аналогичных устройств (уточняется в процессе ОКР).

1.4.20. Для исключения неправильных действий устройства предусмотрены блокировки, вводимые на заданное время и исключающие возможность ложного срабатывания:

- при коротких замыканиях;
- при неисправностях в цепях напряжения, в том числе при снижении напряжения на входе устройства ниже 0,15Uн в "дежурном" режиме;
- при превышении контролируемым скольжением установленного максимального значения;
- по скачку угла и скольжения, которые могут быть при переключениях в сети, не связанных с нарушением устойчивости;
- от внешних устройств (например, от устройств АЛАР других линий) при помощи контактов приемных реле.

1.4.21. В устройстве должна быть предусмотрена возможность переключения уставок срабатывания всех ступеней АЛАР, а также блокировки при превышении контролируемым скольжением установленного максимального значения от контактов приемных реле.

1.4.22. Устройство содержит блок тестирования и контроля исправности аппаратуры, который осуществляет следующие функции:

- сигнализацию неисправностей аппаратуры с выдержкой времени не менее 3с при помощи замыкающих контактов, предназначенных для включения в цепи внешней сигнализации;
- ручную и автоматическую периодическую проверку исправности аппаратуры устройства;
- блокировку входных промежуточных реле при появлении неисправностей и работе блокировок по п.1.4.19. с соответствующей сигнализацией;
- срабатывание блокировок или выходных реле сопровождается отображением соответствующего символа на дисплее устойства (см. Приложение 5).

1.5. Входные цепи.

1.5.1. Ввод электрических величин (трехфазное напряжение и трехфазный ток) должен осуществляться через согласующие трансформаторы тока и напряжения.

1.5.2. Цепи переменного тока устройства должны выдерживать ток, равный 1,1Iн длительно, 3Iн в течении 5 минут и без повреждения, ток 20Iн в течении 1с (Iн=1А или 5А - номинальный фазный ток трансформаторов тока, к которым подсоединяется устойство).

1.5.3. Цепи переменного напряжения устройства должны длительно выдерживать 115%, 175% в течении 1 минуты и кратковременно (в течении 1с) 180% номинального напряжения трансформатора напряжения, к которому подсоединяется устройство ($U_н=100/\sqrt{3}$В - номинальное фазное напряжение трансформаторов напряжения).

1.5.4. Мощность, потребляемая отдельными цепями переменного тока при номинальном значении напряжения, должна быть не более 1 ВА на фазу.

1.6. Выходные цепи и цепи сигнализации.

1.6.1. Устройство должно содержать не менее 8 выходных промежуточных реле, по два замыкающих ("сухих") контакта которых выведены на клеммник.

1.6.2. Выходные реле должны фиксировать следующие явления:

- фиксацию I ступенью АР с ускорением (положительные уставки угла);
- то же с торможением (отицательные уставки угла);
- фиксацию II ступенью АР с ускорением;
- то же, с торможением ;
- фиксацию III ступенью АР;
- неисправность устройства.

Кроме того, должны быть предусмотрены контакты для:

- пуска осциллографа от всех выявителей АР и неисправности устройства;
- пуска регистратора от всех выявителей АР и неисправности устройства.

1.6.3. Предусмотрена сигнализация срабатываний и неисправностей устройства, а также передача сигналов "Срабатывание", "Неисправность", "Блокировка".

1.6.3.1. При этом связь с устройствами центральной сигнализации осуществляется через выходные реле, обеспечивающие коммутацию индуктивной нагрузки мощностью не менее 5 ВА в цепях постоянного тока с номинальным напряжением до 220 В;

1.6.3.2. Локальная сигнализация осуществляется через дисплей, установленный на лицевой панели, фиксирующий и позволяющий в доступной для персонала форме расшифровать обобщенные сигналы "Неисправность" (с точностью до сменного блока), "Срабатывание" (выполнение функций в соответствии с задачами устройства), "Блокировка" (см. Приложение 6).

1.6.4. Фиксация срабатывания выявителей АР, неисправности устройства и блокировок осуществляется с запоминанием до его квитирования. Пуск осциллогафа (регистратора) от всех ступеней сра-

батывания и неисправности устройства должен быть выполнен без запоминания.

1.6.5. Коммутационная способность контактов выходных реле в цепях постоянного тока с постоянной времени не более 0,02 с должна быть не менее 30 Вт при напряжении не выше 250 В и токе не более 1 А.

1.6.6. Коммутационная износостойкость контактов реле должна быть при напряжении не выше 250 В в цепях постоянного тока с постоянной времени цепи не более 0,02 с и отключаемой мощности не более 20 Вт не менее 200000 циклов.

1.6.7. Должны быть предусмотрены возможности регистрации и запоминания на заданное время аварийных событий с привязкой к астрономическому времени (уточняется в процессе ОКР).

1.6.8. Должна быть предусмотрена возможность визуального наблюдения величины и знака контролируемых параметров.

1.6.9. Должна быть предусмотрена возможность физической связи устройства с персональными ЭВМ, имеющими выход на интерфейс С2 (RS232 С).

1.7. Требования к надежности устройства.

1.7.1. Устройство должно относиться к восстанавливаемым и многоканальным изделиям.

1.7.2. Устройство должно сохранять работоспособность со снижением быстродействия не более чем на 20% при любом единичном отказе в резервируемых каналах (включая отказ блока питания), а также обеспечивать автоматический контроль исправности этих каналов.

1.7.3. Устройство должно сохранять или автоматически восстанавливать свою работоспособность после любого сбоя с учетом снижения быстродействия по п.2.16.2.

1.7.4. Средняя наработка на отказ резервированного исполнения при односменном ремонтном обслуживании должна быть не менее 80000 часов.

1.7.5. Среднее время наработки на дефект должно быть не менее 5000 часов.

1.7.6. Среднее время восстановления (без учета времени ожидания ремонта) - не более 2 часов.

1.7.7. Периодичность технического обслуживания - 20000 часов и его длительность не более 8 часов.

1.7.8. Число возникающих за год случаев неправильного срабатывания, возникающих без аварийного возмущения, по причине ненадежности - НСБН<=0,005 1/год.

1.7.9. Должна быть обеспечена работоспособность устройства в диапазоне температур окружающего воздуха от +5 С до 45 С.

1.7.10. Должны быть предусмотрены аппаратурно-программный контроль и диагностика как аппаратуры устройства, так и выполняемых функций:

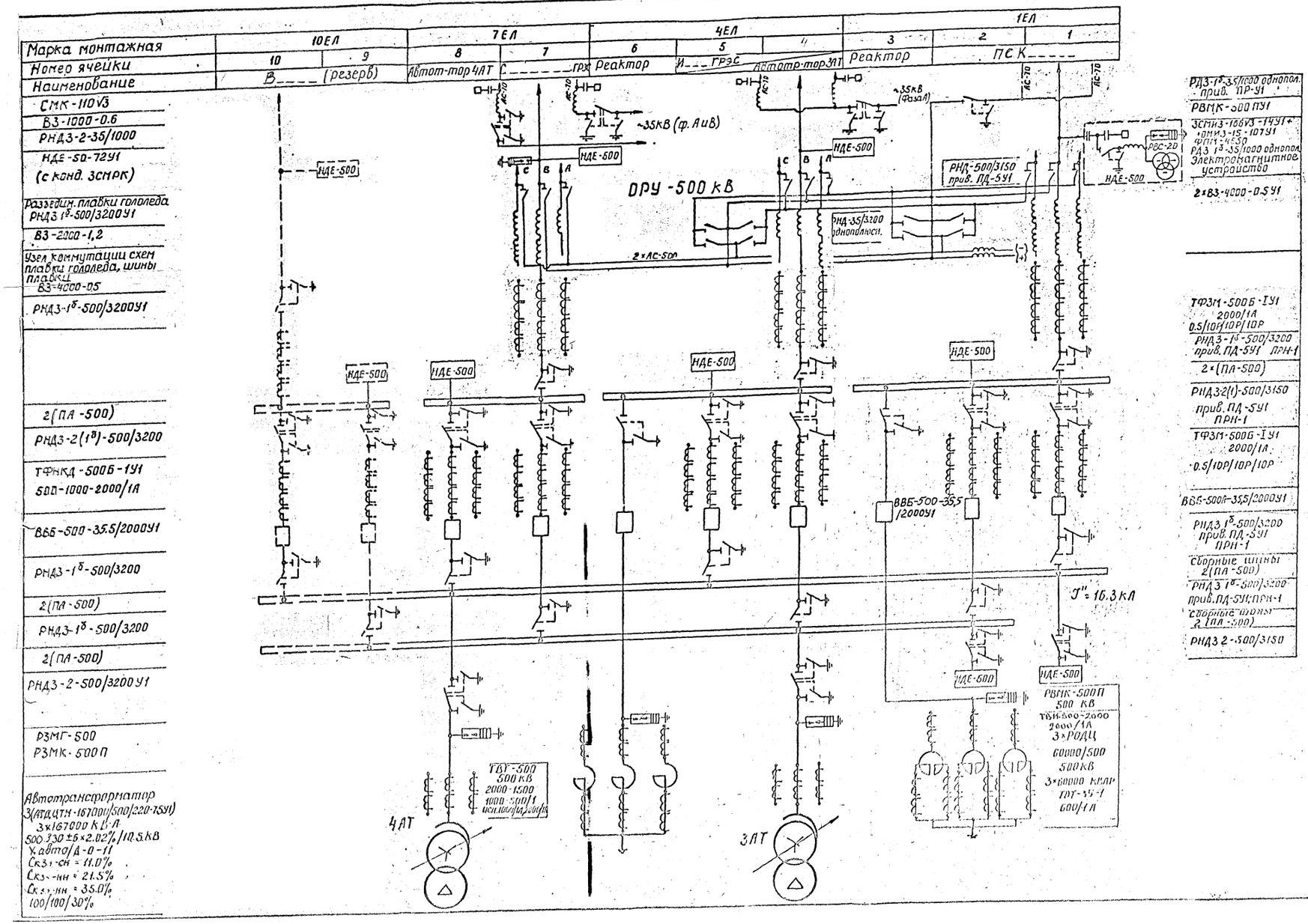
- аппаратурно-программный контроль всех цепей до разъема;
- выявление неисправного блока и модуля в нем (в режиме профилактического контроля).

1.7.11. Срок службы устройства должен быть не менее 10лет.

1.7.12. Коэффициент полноты проверки исправности устройства должен быть не менее:

- для нерезервированных каналов -0,95;
- для резервированных каналов -0,99.

Ч Е Р Т Е Ж И



1. Значение токов КЗ принято по схеме сети на 2000 год.
2. Устанавливаемое по настоящему проекту оборудование на плане затенено. Перспективное расширение ОРУ-500 кВ показано пунктиром.

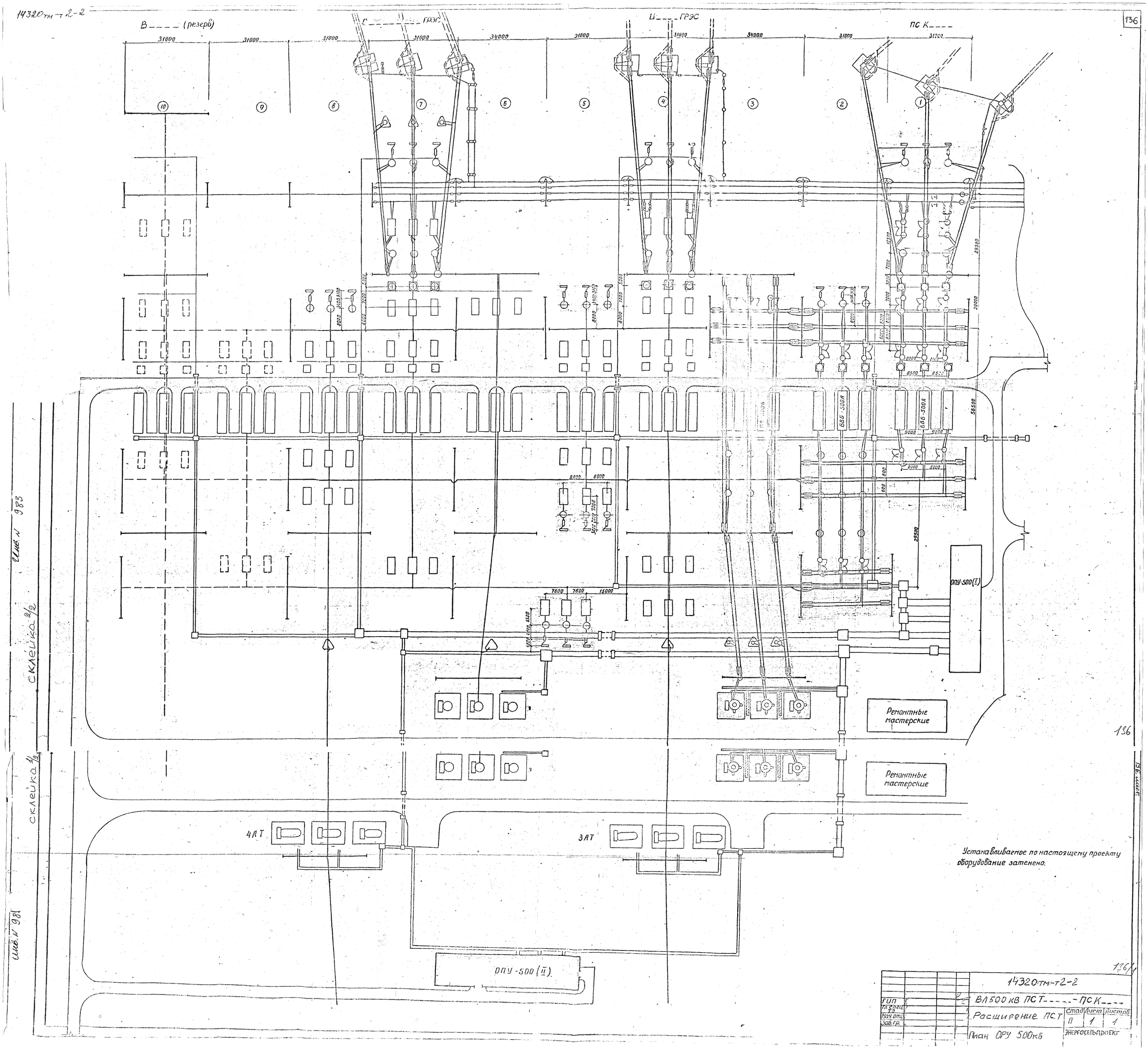
Наименование стройки (по титулу)	ВЛ 500 кВ ПСТ_____-ПСК___

135

				14320 тм-т2-1		
				ВЛ 500 кВ ПСТ___-ПСК___		
ГИП				Расширение ПСТ	Стад.	Лист	Листов
Гл. спец.					П	1	1
Нач. сто				Схема принципиальная электрическая главная	_____ Энерго-сетьпроект	
Зав. эр						

14320тм-т2-2

136

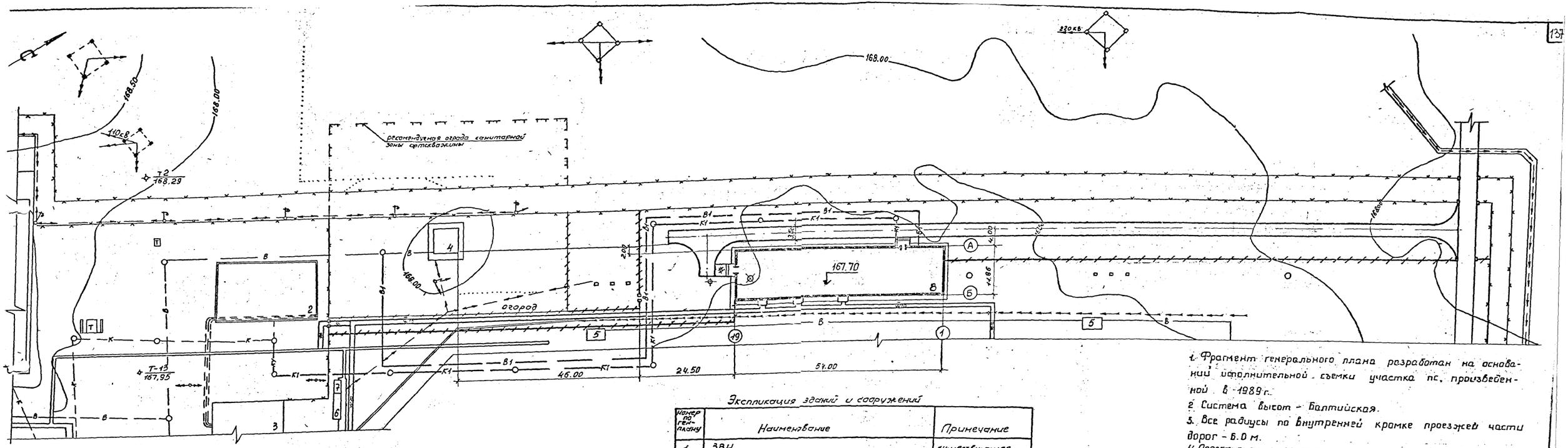


Устанавливаемое по настоящему проекту оборудование затенено.

				14320тм-т2-2
ГИП				ВЛ500 кВ ПСТ-----ПСК----
Гл. спец. т.п.				Расширение ПСТ
Нач. отд.				
Зав. гр.				План ОРУ 500кВ

Стад	Лист	Листов
П	1	1

ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ



1. Фрагмент генерального плана разработан на основании исполнительной съемки участка пс, произведенной в 1989 г.
2. Система высот - Балтийская.
3. Все радиусы по внутренней кромке проезжей части дорог - 6.0 м.
4. Проектируемые сооружения оттенены.

Экспликация зданий и сооружений

Номер по генплану	Наименование	Примечание
1	ЗВН	существующее
2	Открытый склад масла 3×75 м³	— " —
3	Аппаратная маслохозяйства	— " —
4	Здание артскважины	— " —
5	Распределительная камера	— " —
6	КРУН-10 кВ	— " —
7	ТСН-5	— " —
8	Здание помещения панелей	проектируемое

Технико-экономические показатели

Наименование	Ед. изм.	Количество
Площадь автодорог	м²	766.0
Протяженность ограждения	п.м	288.3
Пешеходные дорожки	м²	24.0

14320тм-т2-3 137

ВЛ 500 кВ ПСТ_____ - ПСК___

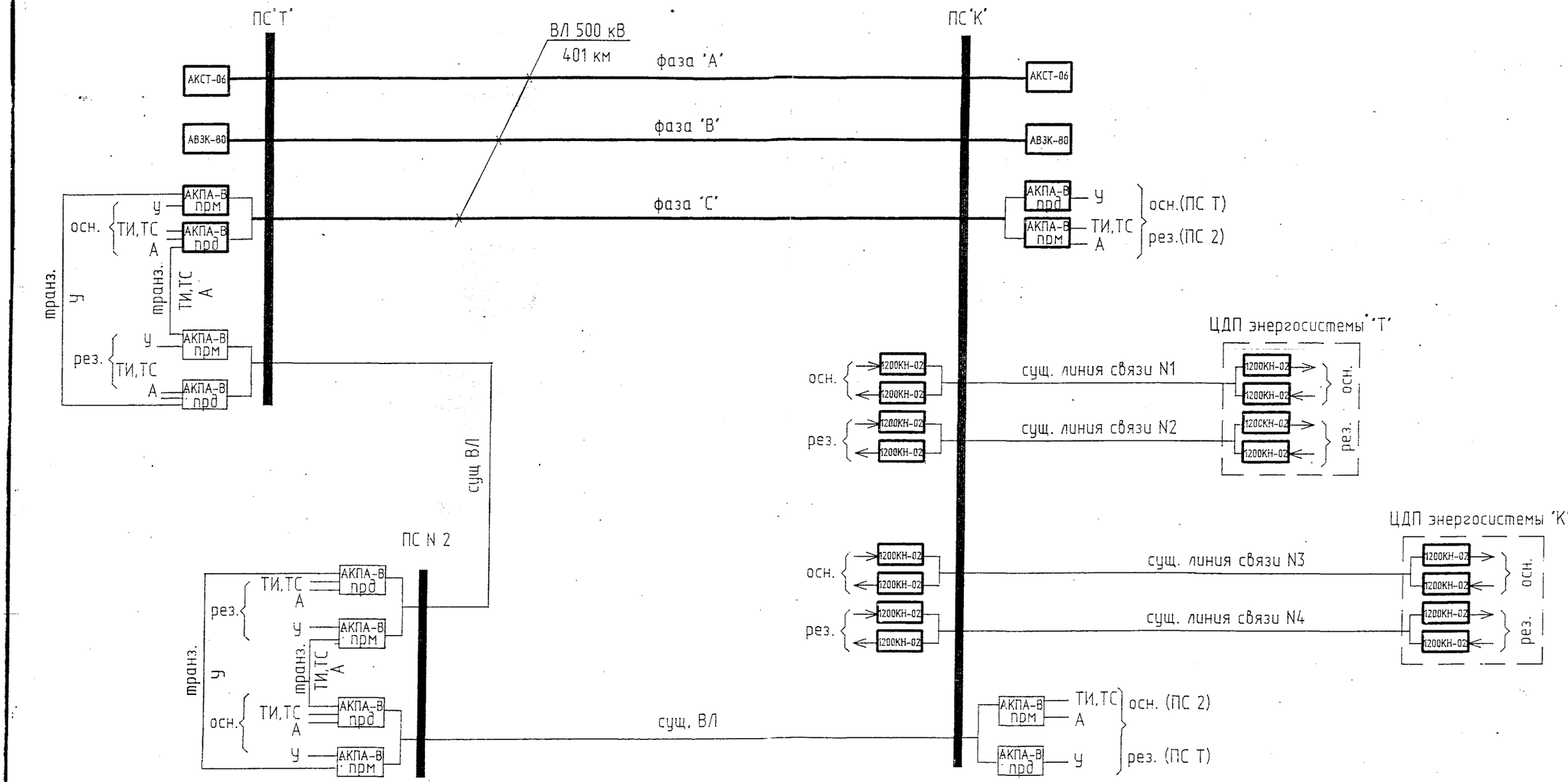
Расширение ПСТ___

Стадия	Лист	Листов
П	1	1

Генеральный план (фрагмент) М 1:500

____ Энергосетьпроект

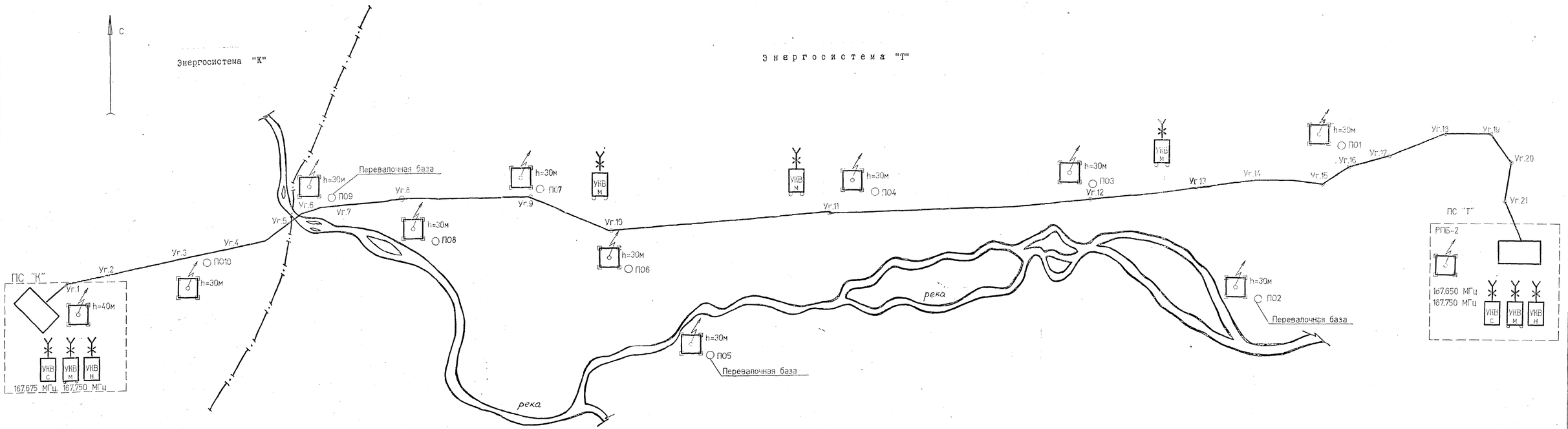
ГИП
Гл. спец.
Нач. отд.
Рук. гр.



Примечание:

Оборудование, устанавливаемое по данному проекту, показано утолщенными линиями.

				N 14320 ТМ - Т2 – 4	158
				ВЛ 500 кВ ПС "Т" - ПС "К"	
				Средства связи	стадия: П; лист: 1; листов: 1
Нач.отд.	Черепанова			Схема организации каналов ВЧ связи по ВЛ 500 кВ.	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ ПТО СС Москва 1994г.
Зав. гр.	Лыкова				
Вед.инж.	Подольная				



Ведомость оборудования

N пп	Наименование	Тип	Техническ. данные	Кол.	Примечание
1	Радиостанция станционная	RS-210/C-S		2	167,675 МГц 167,750 МГц
2	Радиостанция мобильная	RS-210/M		3	167,675 МГц 167,750 МГц
3	Радиостанция носимая	RS-210/R		4	167,675 МГц 167,750 МГц
4	Ретранслятор	RPT-210		10	167,675 МГц 167,750 МГц

Режим работы радиосети на RU-210 одночастотный симплекс.
Частоты : 167,675 МГц
167,650 МГц
167,750 МГц

Условные обозначения:

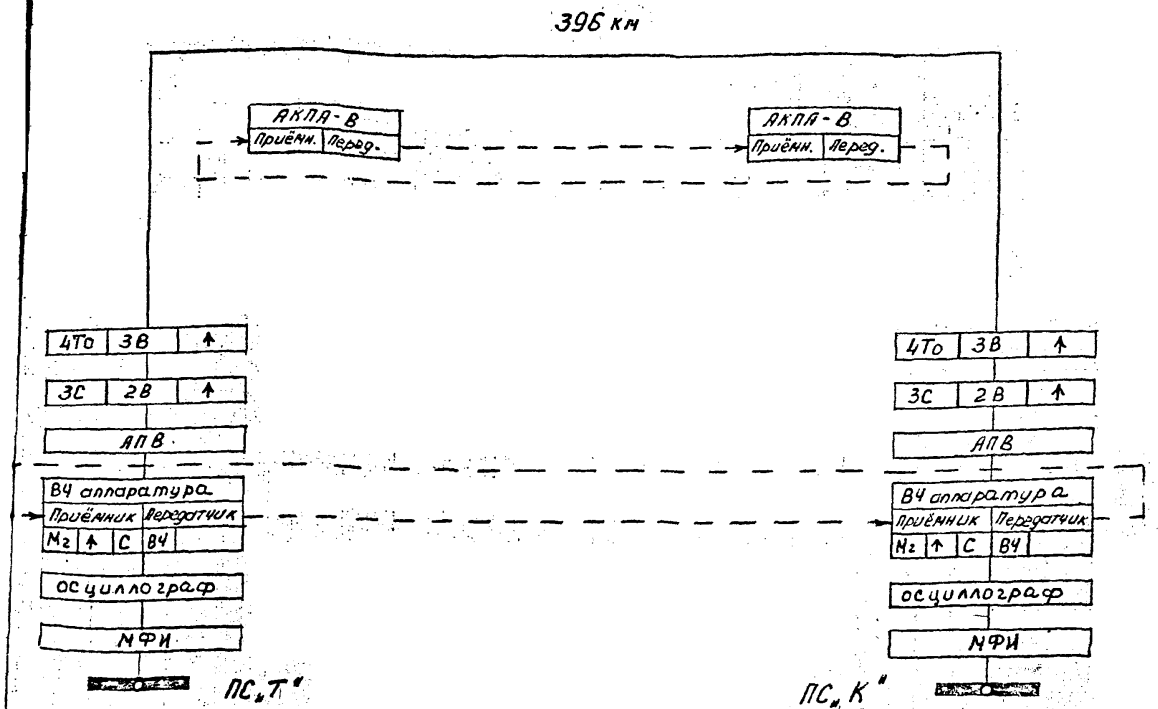
- радиомачта проектируемая

УКВ с, УКВ м, УКВ н - радиостанции: стационарные, мобильные, носимые, проектируемые

О - пункт обогрева с указанием номера
ПО5

139

				14320ТМ-т2-5			
				ВЛ 500 кВ ПС "Т" - ПС "К"			
Нач.отд.	Черепанова			Средства связи	Стадия	Лист	Листов
Зав.гр.	Лыкова				II	1	1
Инж.1к.	Панкина			Схема линейно-эксплуатационной связи	Энергосетьпроект ПТО СС Москва 1994г.		



ВЧ аппаратура | Приемник | Передатчик — Приемо-передатчик направленной дифференциально-фазной в.ч. защиты

АКПА-В | Приемник | Передатчик — В.ч. аппаратура для передачи отключающих и разрешающих в.ч. сигналов

МФИ — Приборы, фиксирующие место повреждения.

М2 ↑ С ВЧ — Направленная дифференциально-фазная высокочастотная защита типа ПДЭ 2003.01

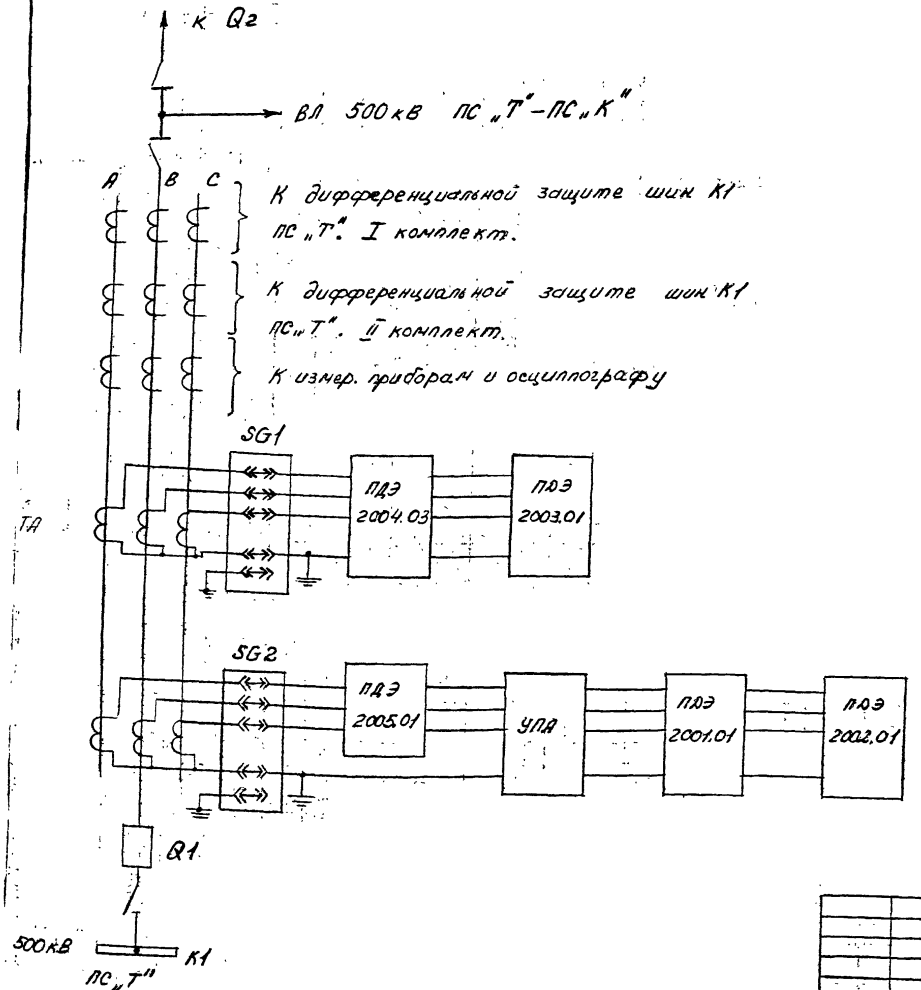
3С 2В ↑ — Направленная трёхступенчатая дистанционная защита с передачей в.ч. сигналов типа ПДЭ 2001.01

4То 3В ↑ — Направленная токовая четырехступенчатая защита нулевой последовательности от к.з. на землю и токовая отсечка от многофазных к.з. с передачей в.ч. сигналов типа ПДЭ 2002.01

АПВ — Устройство автоматического однофазного и трёхфазного повторного включения типа ПДЭ 2004.03

140

		14320тн-т2-6		
		Эталон проекта (рабочего проекта) ВЛ 500кВ и выше		
ГИП		Схема размещения устройств защиты, автоматики и регистрирующих приборов на ВП	Стадия	Лист	Листов
Зав. гр.			П	1	1
Инженер			..... энергосетьпроект г		

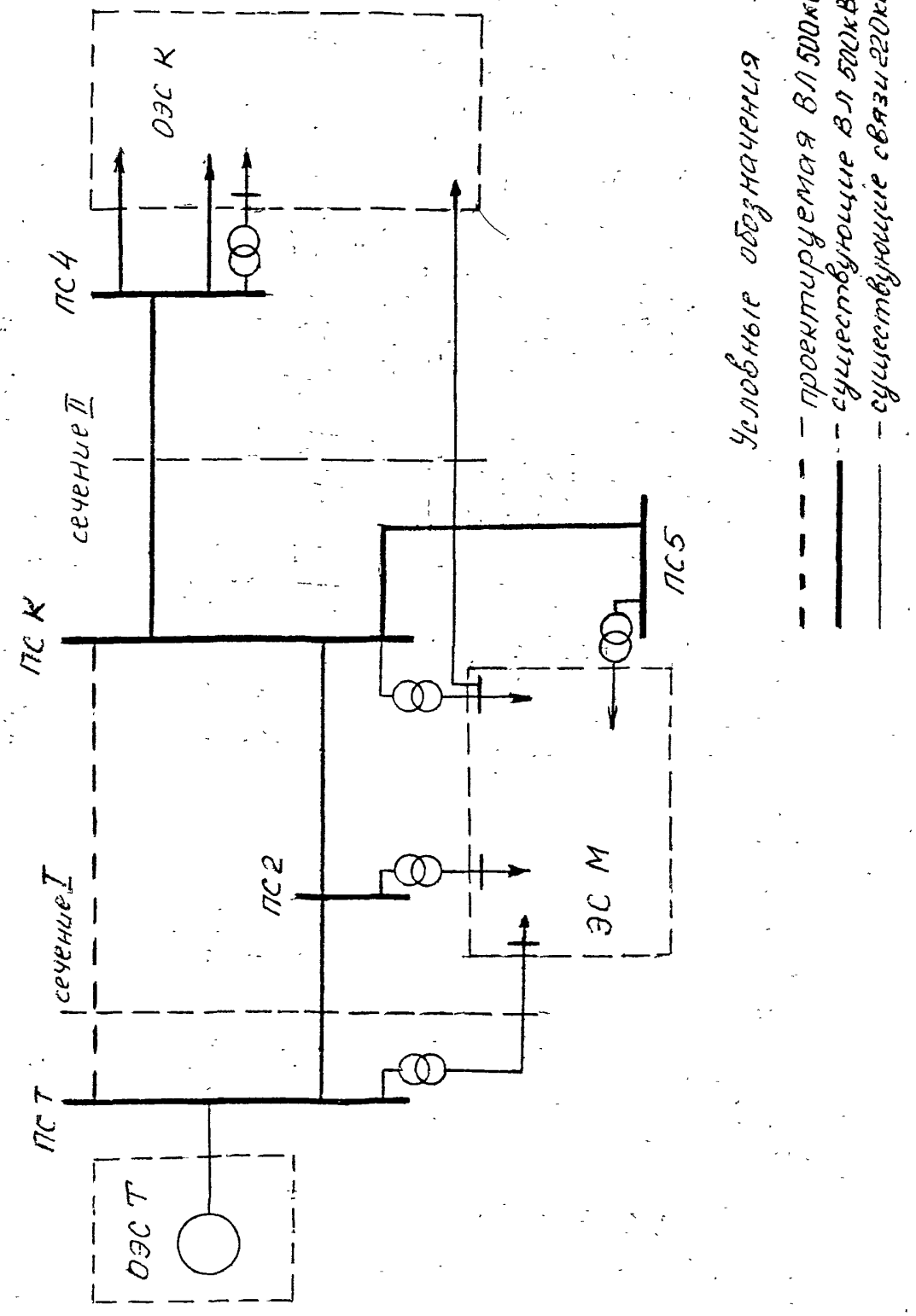


Примечание

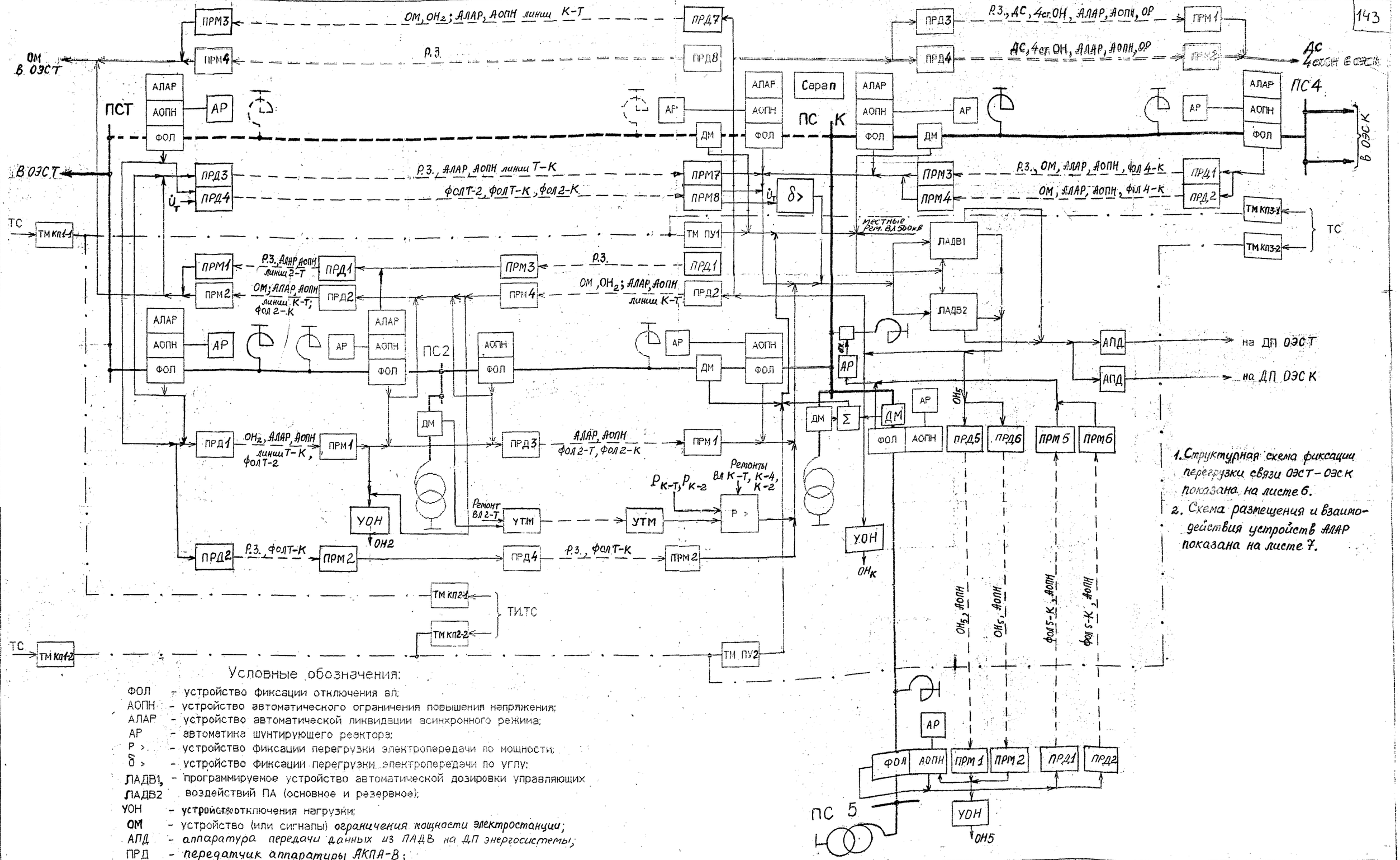
1. Схема размещения защит по сердечникам трансформаторов тока дана для полуторной схемы на ПС „Т"

141

				14.320тн-т2-7	
				Эталон проекта (рабочего проекта). ВЛ 500кВ и выше	
ГИП				Схема размещения защит РЗиА по трансформаторам тока	Стадия: П; Лист: 1; Листов: 1
Зав. гр					
Инж.					
					Энергосетьпроект



				N 14320 тм-т2-8		
				ВЛ 500 кВ Т... - К...		
Нач отд	Брухис			Противоаварийная автоматика	Стадия	Лист	Листо
ГИП	Брухис				П	1	1
Гл. спец	Канодирск			Схема [illegible]	Энергосетьпроект		

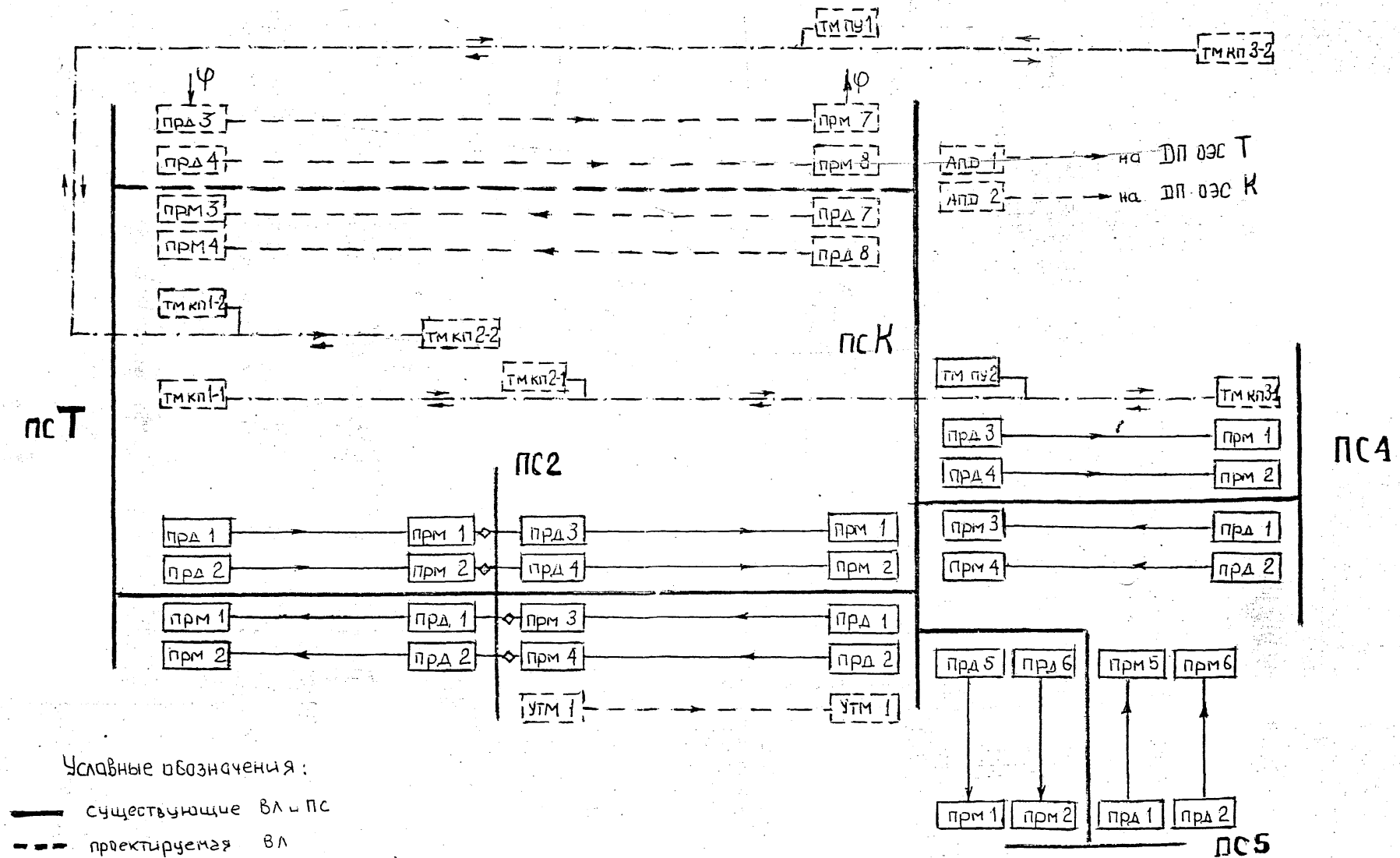


1. Структурная схема фиксации перегрузки связи ОЭСТ-ОЭСК показана на листе 6.
2. Схема размещения и взаимодействия устройств АЛАР показана на листе 7.

Условные обозначения:

ФОЛ – устройство фиксации отключения вл;
АОПН – устройство автоматического ограничения повышения напряжения;
АЛАР – устройство автоматической ликвидации асинхронного режима;
АР – автоматика шунтирующего реактора;
Р > – устройство фиксации перегрузки электропередачи по мощности;
δ > – устройство фиксации перегрузки электропередачи по углу;
ЛАДВ1, ЛАДВ2 – программируемое устройство автоматической дозировки управляющих воздействий ПА (основное и резервное);
УОН – устройство отключения нагрузки;
ОМ – устройство (или сигналы) ограничения мощности электростанции;
АПД – аппаратура передачи данных из ЛАДВ на ДП энергосистемы;
ПРД – передатчик аппаратуры АКПА-В;
ПРМ – приемник аппаратуры АКПА-В;
ТМ КП, ТМ ПУ – программируемая аппаратура телемеханики контролируемого пункта и пункта управления, обеспечивающая передачу и прием доаварийной информации для ЛАДВ (МПТК или ТК 113);
САРАП – система автоматической регистрации аварийных процессов (ПТК „Венец");
УТМ – устройство телемеханики малоканальное типа УТМ-7;
— — — – каналы связи для передачи аварийных сигналов автоматики;
—·— – каналы связи для передачи доаварийной информации;
Σ – сумматор аналоговых сигналов типа Е-851/2;
ДМ – датчик мощности; типа Е-848-м1.

			N 14320 тм-т2-9	143
			ВЛ 500 кВ Т... -К...	
Нач.отд.	Брухис		Противоаварийная автоматика	СТАДИЯ: П; ЛИСТ: 1; ЛИСТОВ: 1
ГИП	Брухис			
Гл.спец.	Кандауров		Структурная схема размещения и взаимодействия устройств ПА.	Энергосетьпроект МОСКВА 1994г.
Рук.гр.	Дрейзина			
Исполн.	Клевцова			



Условные обозначения:

- существующие ВЛ и ПС
- проектируемая ВЛ
- каналы связи для передачи аварийных сигналов автоматики
- каналы связи для передачи доаварийной информации

ПРД - комплекс устройств связи, обеспечивающий передачу аварийных сигналов автоматики

ПРМ - комплекс устройств связи, обеспечивающий прием аварийных сигналов автоматики

ТМ - новая аппаратура телемеханики для АПВ

КП - аппаратура телемеханики контролируемого пункта в комплексе ПАПВ

ПУ - аппаратура телемеханики пункта управления

144

			14320ТМ-Т2-10		
			ВЛ 500 кВ Т... - К...		
Нач.отд.	Брухис		Противоаварийная автоматика	СТАДИЯ	ЛИСТ	ЛИСТОВ
ГИП	Брухис			П	1	1
Гл.спец.	Кандауров					
			Задание на проектирование	Энергосетьпроект		

Пусковые органы и управляющие воздействия ПА

Пусковые органы			Управляющие воздействия								
Номер аварийного сигнала	Наименование	Номер пускового органа	В ОЭС Т		ПС2	ПС К	ПС4	ПС5	ОР	В ОЭС К	
			ОМ 4ст		ОН 2ст	ОН 2ст	ДС	ОН 2ст		ОН 4ст	
А1	Откл. ВЛ 500кВ Т-2	ПО-1	+		+	+	+	+	+	+	
А2	Откл. ВЛ 500кВ 2-К	ПО-2	+		+	+	+	+	+	+	
А3	Откл. ВЛ 500кВ Т-К	ПО-3	+		+	+	+	+	+	+	
А4	Откл. ВЛ 500кВ К-4	ПО-4	+		+	+		+	+		
А5 А6	Перегрузка связи ОЭС Т - ОЭС К 1,2ст (дефицит в ОЭС К)	ПО-5 ПО-6	+				+		+	+	

N 14320 ТМ-Т2-11

ВЛ 500кВ Т... - К...

Противоаварийная автоматика

Стадия	Лист	Листов
П	1	1

Таблица пусковых органов и управляющих воздействий

Энергосетьпроект

Нач.отд.	Брухис	
ПП	Брухис	
Спец.	Кандауров	
Инв. №		

Номер ПО	Наименование пускового органа	Характеристика схемы	Дозировочная характеристика		Примечание
A_1	Отключение Т-2	Полная схема Ремонт К-2 Ремонт Т-К	$P_{2-К} + P_{Т-К} + P_2 - К P_{ОТБ}$ —"— $P_{ОТБ}$	$К = К_1$ $К = К_{15}$	
A_2	Отключение 2-К	Полная схема Ремонт Т-К Ремонт Т-2	$P_{2-К} + P_{Т-К} + P_2 - К P_{ОТБ}$ —"— $P_{К-4}$	$К = К_2$ $К = К_{20}$	
A_3	Отключение Т-К	Полная схема Ремонт Т-2 Ремонт 2-К	$P_{2-К} + P_{Т-К} + P_2 - К P_{ОТБ}$ $P_{ОТБ}$ $P_2 + P_{Т-К} - К P_{ОТБ}$	$К = К_3$ $К = К_{16}$	
A_5 A_6	Перегрузка ОЭСТ - ОЭСК (дефицит ОЭС К)	Полная схема	$P_{2-К} + P_{Т-К} + P_2 - К P_{ОТБ}$	$К = К_1$	

Условные обозначения:

$P_{Т-К}$ – мощность по ВЛ 500 кВ Т-К

P_2 – мощность отбора на ПС 2

$P_{ОТБ}$ – мощность отбора в систему М

К – коэффициенты влияния отбора мощности в систему М на величину допустимой мощности контролируемого сечения в послеаварийном режиме.

146

		14320ТМ-Т2-12 ВЛ 500кВ Т-М...	
Нач.отд.	Брухис	Противоаварийная автоматика	Стадия: П; Лист: 1; Листов: 1
ГИП	Брухис		
Гл.спец.	Кандауров	Таблица характеристик дозировки УВ ПА	Энергосетьпроект МОСКВА 1994г.
Рук.гр.	Дрейзина		
Исполн.			

Условные обозначения

ПРД, ПРМ – передатчик и приемник АКПА-В,

УТМ ПРД, ПРМ – передатчик и приемник УТМ-7,

УФП (Р) – устройство фиксации перегрузки по мощности

УФП (δ) – устройство фиксации перегрузки по углу,

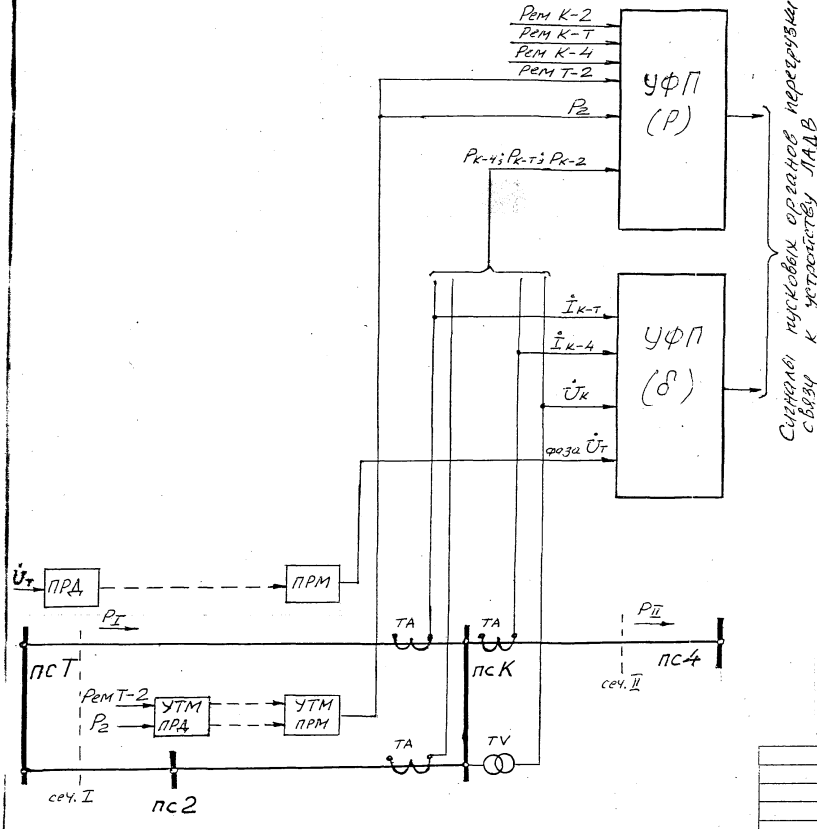
ЛАДВ – локальное устройство автоматической форсировки управляющих воздействий ПА,

$P_I = P_{Т-К} + P_{2-Т}$,

$P_{II} = P_{К-4}$,

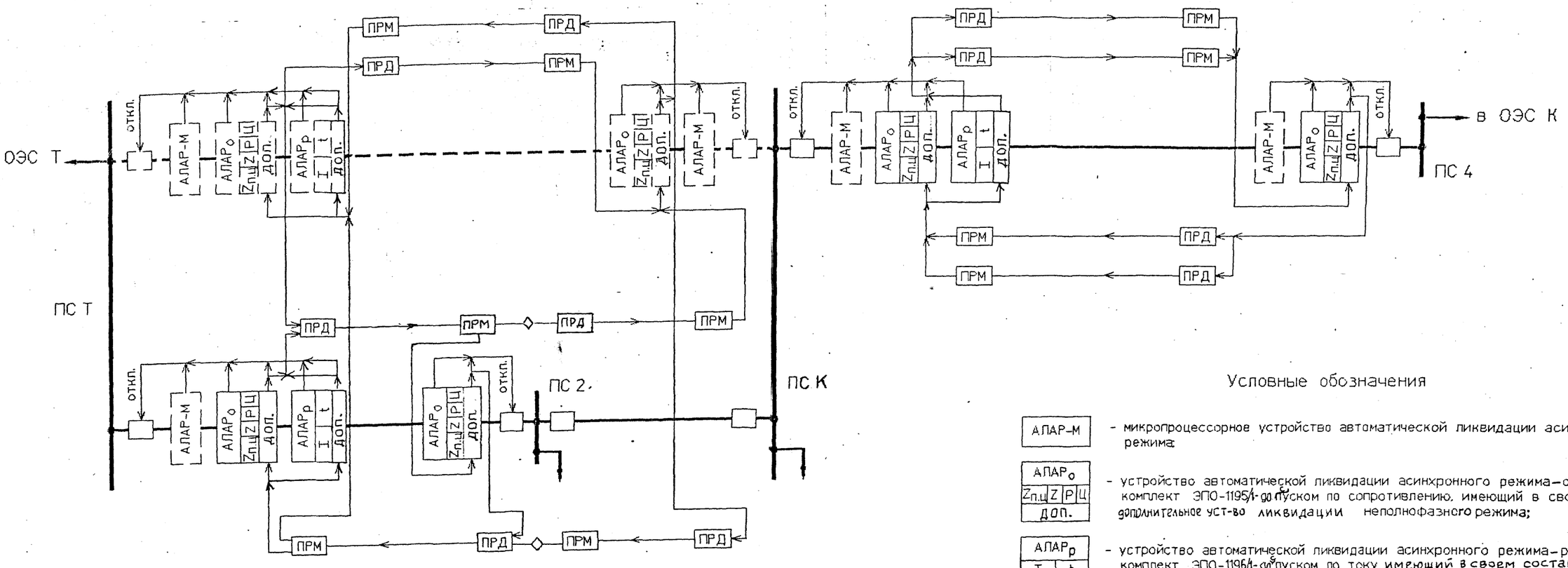
P_2 – отбор мощности на пс2,

$P_К = P_{К-Т} + P_{К-2} - P_{К-4}$ – отбор мощности на пс К.



147

				14320ТМ-Т2-13	
				ВЛ 500 КВ Т...-К...	
				Противоаварийная автоматика	СТАДИЯ: П; ЛИСТ: 1; ЛИСТОВ: 1
Нач.отд.	Брухис				
ГИП	Брухис				
Гл.спец.	Кандауров			Структурная схема устройства фиксации перегрузки связи ОЭСТ-ОЭСК	Энергосетьпроект МОСКВА 1994г.
Рук.гр.	Дрейзина				
Исполн.					



Условные обозначения

АЛАР-М	- микропроцессорное устройство автоматической ликвидации асинхронного режима;
АЛАР$_О$ Zп.ц Z Р Ц доп.	- устройство автоматической ликвидации асинхронного режима – основной комплект ЭПО-1195/1 - до пуском по сопротивлению, имеющий в своем составе дополнительное уст-во ликвидации неполнофазного режима;
АЛАР$_Р$ I t доп.	- устройство автоматической ликвидации асинхронного режима – резервный комплект ЭПО-1196/1 - до пуском по току, имеющий в своем составе дополнительное уст-во ликвидации неполнофазного режима.

				N 14320 тм-т 2-14		148
				ВЛ 500 кВ Т... -К...		
Нач. отд.	Брухис			Противоаварийная автоматика	Стадия: П	Лист: 1	Листов: 1
ГИП	Брухис					
Гл. спец.	Кандауров			Схема размещения и взаимодействия устройств АЛАР.	Энергосетьпроект г. Москва 1994г.	
Рук. гр.	Дорезина					
Инженер	Клевцова					

gost.e-ecolog.ru