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) линии
электропередачи напряжением 500 кВ
и выше

Том I. Пояснительная
записка

№ I4320тм-тI

Главный инженер В.С.Ляшенко
Начальник ПТО А.М.Кудаков
Гл.специалист ПТО В.Г.Хотинский

Москва - I994

gost.e-ecolog.ru

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

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

I. Общая часть 4
2. Пояснения к содержанию разделов 6
тома "Линия электропередачи"

2.I. Исходные данные и основания для проектирования... 6
2.2. Присоединение линии к подстанциям 6
2.3. Перечень объектов строительства 6
2.4. Пусковой комплекс 7
2.5. Трасса ВЛ 7
2.6. Климатические условия 7
2.7. Провода и тросы 7
2.8. Опоры и фундаменты 9
2.9. Изоляция, защита от перенапряжений, заземляющие устройства 10
2.I0. Пересечения препятствий. Переустройства 12
2.II. Большой переход 12
2.I2. Средства связи. Защита линий связи от влияния... 13
2.I3. Плавка гололеда 13
2.I4. Релейная защита и линейная автоматика 14
2.I5. Расчеты устойчивости и противоаварийная автоматика 20
2.I6. Расширение подстанций 22
2.I7. Организация эксплуатации 24
2.I8. Охрана труда и техника безопасности 24
2.I9. Охрана окружающей природной среды 24
2.20. Технико-экономические показатели и показатели эффективности ВЛ 26

3. Пояснения к приложениям и чертежам 30

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Эталон проекта (рабочего проекта) линии электропередачи напряжением 500 кВ и выше является руководством по выполнению проектной документации на этих стадиях проектирования.

Эталон содержит рекомендации по составу, содержанию, глубине проработки и объему материалов разделов проекта и рабочего проекта, за исключением рабочей документации, входящей в состав рабочего проекта, рекомендации по разработке которой должны определяться отдельным эталоном.

Эталон выполнен в соответствии с требованиями "Временного положения о порядке разработки и утверждения проектной документации на строительство энергетических объектов", утвержденного распоряжением РАО "ЕЭС России" от I4.07.93 № 95р, с учетом положений СНиП I.02.0I-85 "Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений".

Эталон составлен исходя из указания вышеназванного "Временного положения..." о том, что проекты (рабочие проекты) на строительство разрабатываются для технически сложных объектов (или отдельных зданий, сооружений, входящих в их состав) и при сложных природных условиях строительства.

Эталон распространяется на выполнение проектов (рабочих проектов) строительства новых объектов, поскольку работы по техническому перевооружению, реконструкции и модернизации существующих ВЛ отличаются большим разнообразием и не могут быть освещены в одном образце.

Настоящий эталон может быть применен для выполнения проектов (рабочих проектов) линий электропередачи более низких напряжений с учетом их особенностей.

Эталон состоит из пояснительной записки, в которой приводятся рекомендации по содержанию, глубине проработки и объему материалов разделов проекта (рабочего проекта) и образцов выполнения проекта (рабочего проекта) линии электропередачи 500 кВ.

Разделы "Релейная защита" и "Противоаварийная автоматика" в проектах (рабочих проектах) конкретных объектов, исходя из объема помещаемых в них материалов, могут выполняться отдельным томом. Для удобства пользования пояснительные записки к организации строительства, сметной документации и материалам изысканий включе

ны в тома образцов их выполнения.

Для наиболее полного отображения особенностей разработки разделов организация строительства, релейная защита и противоаварийная автоматика, сметная документация и материалы изысканий характеристики ВЛ и примыкающей сети, в образцах их выполнения приняты отличными от остальных разделов проекта.

Технические решения, принятые в образцах выполнения, и приведенные в них цифры являются иллюстративным материалом.

При изложении материала в проекте (рабочем проекте) следует максимально использовать ссылки на решения, принятые в утвержденном ТЭО строительства ВЛ, а в тексте проекта (рабочего проекта) приводить только название примененных решений (конструктивных и проектных) и типов оборудования.

Более подробно освещаются решения не проработанные в ТЭО строительства или измененные в процессе разработки проекта (рабочего проекта). В последнем случае обосновывается изменение принятых в ТЭО решений.

Если в проекте применяются новые технические решения, конструкции, оборудование, которые не были достаточно полно охарактеризованы в ТЭО, то по ним приводятся их параметры, сведения о проведении испытаний, указываются ТУ (или другие документы) по которым они изготавливаются, организации их согласовавшие и утвердившие.

Также, как и в ТЭО строительства, расчеты строительных конструкций и проектных решений, оборудования и пр. или расчеты, выполняемые для выбора варианта того или иного решения, в состав проекта (рабочего проекта) не включаются. Приводятся только их результаты или выводы из них со ссылкой на их выполнение. При этом проектная организация несет ответственность за правильность и обоснованность принятых решений. По требованию заказчика указанные расчеты должны предоставляться ему для ознакомления.

Объем материалов по отдельным разделам проекта (рабочего проекта) по согласованию с заказчиком может быть сокращен за счет переноса их выполнения на стадию рабочей документации, если этот перенос не отражается на составлении сметной документации к проекту (рабочему проекту).

2. ПОЯСНЕНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ РАЗДЕЛОВ ТОМА "ЛИНИЯ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ"

2.I. Исходные данные и основания для проектирования

В качестве оснований для выполнения проекта (рабочего проекта) называются утвержденное техническое задание на разработку проекта (рабочего проекта) (кем и когда утверждено), ТЭО строительства данного объекта, приказ об утверждении ТЭО (чей приказ, его номер и дата), перечень ПИР, в который включено выполнение данного проекта (рабочего проекта), разрешения на природопользование, выданные природоохранными органами административных единиц, по которым проходит трасса, схемные работы, в которых обосновывается необходимость сооружения данной ВЛ (с указанием кем и когда утверждены) и другие работы и документы (если таковые имеются).

Указывается, что необходимость сооружения данной линии обоснована в ТЭО ее строительства и подтверждена при утверждении ТЭО.

Рассматриваются изменения энергетических предпосылок сооружения ВЛ, энергобалансов и других положений, приводящих к изменению характеристик и показателей ВЛ, принятых в ТЭО (если такие изменения имели место).

Уточняются, при необходимости, перетоки мощности по ВЛ и сечение проводов.

2.2. Присоединение линии к подстанциям

Со ссылкой на ТЭО называются подстанции, к которым присоединяется проектируемая ВЛ, и выполняемые по настоящему проекту работы на подстанциях (сооружение новой подстанции, расширение и реконструкция существующих подстанций, установка оборудования в ячейку с выполненной ранее строительной частью, перезаводка линий).

2.3. Перечень объектов строительства

Перечисляются объекты, сооружение которых будет осуществляться, по данному проекту ВЛ (ВЛ..... кВ, расширение подстанции, реконструкция подстанции, установка оборудования в ячейку, заходы

ВЛ на подстанции, жилые дома, базы строительных организаций, эксплуатационные базы, объекты соцкультбыта и т.д.).

2.4. Пусковой комплекс

Приводится перечень объектов, подлежащих строительству при вводе объекта по пусковому комплексу. При необходимости дается принципиальная схема электрических соединений. При временном включении линии на более низкое напряжение описывается обеспечение ячейками на всех этапах, схема с использованием существующих линий более низкого напряжения.

При сооружении временных участков для захода линии в пусковые ячейки или подключения к существующим ВЛ, описывается возможность дальнейшего использования этих участков.

Конструктивно-строительные решения по временным участкам даются в соответствующих главах проекта (рабочего проекта).

2.5. Трасса ВЛ

Описываются изменения трассы ВЛ по сравнению с утвержденным ТЭО с указанием причин изменения (если такие изменения имели место, в противном случае указывается, что трасса ВЛ не претерпела изменений по сравнению с утвержденным ТЭО).

Приводятся основные показатели и краткая характеристика условий на трассе (в т.ч. рельеф, грунты, обводненность, сейсмичность гидрологические данные, особые условия) с учетом уточнений, полученных при разработке проекта.

2.6. Климатические условия

Дается краткая характеристика окончательно принятых расчетных климатических условий. Если они отличаются от приведенных в утвержденном ТЭО строительства, то указываются причины этого отличия (изменение трассы, получение дополнительных данных от гидрометслужбы, по опыту эксплуатации существующих ВЛ и ПС в данном регионе или в аналогичных условиях в других регионах).

2.7. Провода и тросы

Приводится конструкция фазы, принятая в утвержденном ТЭО строительства. Если в главе I настоящего проекта обосновано новое сечение провода, то соответственно приводятся новые решения по типу проводов и конструкции фазы со ссылкой на рассмотренные

варианты (если проводилось сравнение вариантов).

Делается подтверждение соответствия принятого сечения проводов требованиям по ограничению напряженности электрического поля с точки зрения короны и радиотелевизионных помех (со ссылкой на выполненные расчеты).

В случае применения новых проводов (по конструктивному исполнению, по материалу) приводятся их параметры, сведения о проведении испытаний, указывается ТУ, по которым они изготавливаются, организации, утвердившие и согласовавшие ТУ.

Приводятся допустимые напряжения в проводах в различных режимах.

Освещается вопрос защиты проводов от вибрации со ссылкой на нормативно-методические материалы и указанием типов принятых гасителей вибрации (при их наличии).

Указывается принятая в соответствии с ТЭО марка грозозащитного троса.

В случае применения другой марки троса или подвески проводящего троса указывается новая марка стального каната или тип проводящего троса и причины изменения решений ТЭО (обеспечение термической стойкости троса, необходимость защиты ЛС от влияния и т.д.).

Приводятся результаты проверки троса на термическую устойчивость.

Вопросы, связанные с применением тросов новых конструкций или из новых материалов, освещаются по аналогии с применением новых проводов (см.выше).

Указывается наибольшее напряжение в тросах и данные по их защите от вибрации.

При применени средств защиты от пляски проводов и тросов (кроме плавки гололеда, которая освещается в главе I3) дается их подробная характеристика.

Определяется высота приведенного центра тяжести проводов и тросов и указывается скорректированные (при необходимости) нормативные скоростные напоры и стенки гололеда.

Приводятся сведения о транспозиции проводов. В случае ее применения указывается количество циклов. Прикладывается чертеж со схемой транспозиции.

2.8. Опоры и фундаменты

Приводятся принятые в утвержденном ТЭО строительства типы опо по участкам в зависимости от климатических условий, указываются габаритные или расчетные пролеты, по которым определяется количест опор.

Результаты определения количества опор по типам приводятся в таблице. Форма таблицы приведена в образце выполнения проекта.

Если для рабочего проекта на всю трассу имеются профили с расстановкой опор, то таблица не приводится, а указывается, что количество опор по типам и коэффициент использования расчетного пролета определены на основании выполненной расстановки опор по профилю. При этом приводятся данные о количестве опор по типам.

При наличии профилей с расстановкой опор только для части трассы таблица определения количества опор по типам дается только для тех участков, для которых профили с расстановкой отсутствуют, а по остальным участкам приводятся данные о количестве опор по типам со ссылкой на выполненную расстановку.

Аналогично со ссылкой на ТЭО приводятся типы фундаментов или заделок опор по участкам в зависимости от геологических условий и нагрузок.

В ведомости строительных конструкций, прикладываемой к проекту (рабочему проекту), приводятся конструкции фундаментов (заделок с указанием их количества, а также типы и количество опор, для которых применены эти фундаменты (заделки).

При изменении типов (конструкций) опор и фундаментов (заделок принятых в ТЭО, приводится обоснование новых решений.

Приводятся краткие характеристики материалов, применяемых для изготовления строительных конструкций (марки сталей с указанием ГОСТов, марки бетона), мероприятия по защите конструкций от коррозии. Если защита от коррозии не предусматривается, то дается обоснование отказа от защиты.

Для опор и фундаментов, устанавливаемых в особых условиях (поймы рек, просадочные, пучинистые, вечномерзлые грунты, оползнев

участки и пр.) указываются примененные для них защитные мероприятия (защита от ледохода, отмостки, засыпка котлованов привозным грунтом и пр.).

Подробно обосновываются и освещаются конструктивно-строительные решения, которые в ТЭО только назывались или были кратко охарактеризованы (новые или индивидуальные решения, применение конструкций в сложных условиях, т.е. решения, требующие длительной разработки, согласования их применения с подрядными строительными организациями, заводами-изготовителями). Для новых конструкций опор приводятся сведения о проведении испытаний.

2.9. Изоляция, защита от перенапряжений, заземляющие устройства

Делается ссылка на решения, принятые в ТЭО строительства ВЛ.

Типы и количество гирлянд изоляторов и креплений тросов приводятся в ведомости оборудования ВЛ.

Указывается удельная длина пути утечки изоляции, тип и количество грозозащитных тросов, угол грозозащиты.

Приводятся краткие сведения о заземлении опор и ведомость заземляющих устройств ВЛ, а также расчетное число грозовых отключений.

Более подробно освещаются решения, принятые во изменение ТЭО строительства ВЛ с указанием причин изменения (например, изменение типа изолятора в связи с уточнением величин нагрузок и т.п.).

При применении новых конструкций и решений приводится их описание, сведения об их испытаниях, согласовании и утверждении соответствующими органами. (Например, акт о постановке изоляторов и изделий линейной арматуры на производство и т.п.).

Кратко излагается система защиты от внутренних перенапряжений разработанная в ТЭО: мощность и расстановка шунтирующих реакторов, способ их присоединения, расстановка разрядников или нелинейных ограничителей перенапряжений, место установки автоматики прекращения асинхронного хода, электромагнитных трансформаторов напряжения и автоматики от повышения напряжения.

Уточняется величина установившихся и коммутационных перенапряжений для первого этапа развития электропередачи или ее пусковой схемы, если расчетные условия отличаются от принятых для расчетов в ТЭО. Проверяется достаточность выбранной в ТЭО защиты.

Рассчитываются установившиеся перенапряжения при неполнофазных режимах линии (при неполнофазных включениях и отключениях и ОАПВ), а также токи дуги подпитки во время бестоковой паузы ОАПВ. В случае превышения токов подпитки величины 40-50 А или появления резонансных перенапряжений, превышающих I,0 Uф, в нейтралях всех запроектированных шунтирующих реакторов следует предусматривать установку компенсационных реакторов с индуктивным сопротивлением I80 Ом, нормально шунтированных выключателями.

Кроме того, если установка компенсационных реакторов недостаточна для ограничения резонансных перенапряжений или компенсационные реакторы отсутствуют, предусматривается отключение одного из шунтирующих реакторов во время бестоковой паузы ОАПВ через 0,I-0,2 после ее начала. При этих условиях также в автоматике от повышения напряжения во второй ступени вводится вторая выдержка времени после которой происходит отключение одного из шунтирующих реакторов или ввод компенсационных реакторов. Если на стадии ТЭО защита от повышения напряжения была выбрана одноступенчатой, то в этом случае в проекте она заменяется двухступенчатой. Двухступенчатая автоматика применяется также, когда на первом этапе развития передачи, или в ремонтных режимах, или под действием противоаварийной автоматики на одном из концов линии для работы на нее возможно выделение электростанции или части ее генераторов. В этом же случае проводится проверка возможности самовозбуждения генераторов этой станции. Для исключения высоких коммутационных перенапряжений при замыкании линии в транзит (обоими выключателями по ее концам) предусматривается различие в выдержках времени полукомплектов любого вида АПВ по ее концам на 0,I5с, при этом включение линии со стороны электростанции должно быть последним.

Если при плановых включениях и выходе из строя одного из шунтирующих реакторов установившиеся перенапряжения превышают допустимую на время включения (40-60 минут) величину I,05, то предусматривается полуавтоматическое включение линии.

При полуавтоматической синхронизации, которая осуществляется через устройство ускоренного ТАПВ и позволяет произвести включение линии за несколько (до 20) секунд, допускается повышение наибольшего рабочего напряжения до I,3 Uф.

Однако в этом случае требуется проверка допустимости стока реактивной мощности в генераторы ближайших энергосистем по условиям их устойчивой работы в этих режимах.

Предусматривается также включение отключенных ШР от выходных реле всех линейных релейных защит данного конца линии.

2.I0. Пересечение препятствий. Переустройства

Данные о пересекаемых инженерных сооружениях и естественных препятствиях приводятся в таблице с указанием их количества и типов опор на пересечении. Дается ссылка на уточнения и изменении трассы по отношению к принятой в ТЭО.

Освещаются переустройства пересекаемых препятствий с указанием причин переустройств (обеспечение требований норм, повышение надежности и т.д.).

Приводятся данные по сносу или переносу строений, необходимые для учета их в сметной документации, с приложением соответствующих документов.

2.II. Большой переход

Приводятся подробные сведения о большом переходе, позволяющие оценить правильность принятых конструктивных решений, их надежность (гидрологические данные, геология в местах установки опор, ветровые и гололедные нагрузки с учетом высоты расположения приведенного центра тяжести проводов и грозозащитных тросов).

Указываются схема перехода, длины пролетов, типы опор, марки проводов и тросов с допустимыми напряжениями в них, угол грозозащиты.

Описываются примененные конструкции опор и фундаментов с указанием материалов, мероприятия по их защите, заземления опор, крепления проводов и тросов, защита от вибрации проводов и тросов.

Приводятся краткие сведения о дневной маркировке и светоограждении опор.

Если имеются изменения решений, принятых в ТЭО, то приводятс их обоснования.

2.I2. Средства связи. Защита линий связи от влияния

Объем средств связи проектируемой ВЛ 500 кВ принят в соответствии с утвержденным ТЭО строительства ВЛ 500 кВ.

В разделе приведены основные решения по:

- организации резервных каналов диспетчерско-технологической связи;
- организации ВЧ каналов противоаварийной автоматики и релейной защиты;
- организации линейно-эксплуатационной связи ВЛ;
- защите линий связи от влияния проектируемой ВЛ.

2.I3. Плавка гололеда

Со ссылкой на обоснования, содержащиеся в ТЭО строительства ВЛ, указывается о разработке в данном проекте плавки гололеда на элементах ВЛ (проводах, тросах, на всей длине линии, на участках ВЛ) или о том, что плавка не требуется (не предусматривается).

Указываются источник плавки, род тока, схема плавки, допустимый ток плавки для элемента ВЛ, на котором производится плавка, параметры плавки (сопротивление контура плавки, ток, мощность и время плавки).

Приводится ссылка на методические и другие материалы, по которым определялись параметры плавки.

Приводятся данные по оборудованию, которое используется для плавки как на подстанции, так и на ВЛ (установка разъединителей для создания контура плавки). Делается ссылка на приложенные к проекту чертежи (схема плавки, схема и план подстанции и т.д.).

При плавке гололеда на тросах освещается вопрос обеспечения необходимого уровня изоляции тросов.

В случае применения новых схем плавки, новых источников тока плавки, нового (в т.ч. специального) оборудования приводится подробное их описание с соответствующими обоснованиями.

Для нового оборудования указываются ТУ на их изготовление, сведения об утверждении и согласовании ТУ в установленном порядке а также о согласовании его изготовления заводами.

Отражаются все изменения в вопросах плавки по отношению к утвержденному ТЭО строительства ВЛ, приводятся обоснования этих изменений (включая и случаи, когда в ТЭО плавка не предусматривалас а в проекте она применена).

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

В настоящей работе даются основные положения для определения объема выполнения раздела "Релейная защита и линейная автоматика ВЛ 500 кВ и выше" в составе "Проекта" ("Рабочего проекта").

В том случае, когда работа выполняется в одну стадию "Рабочий проект", в нее входят утверждаемая часть, соответствующая стадии "Проект", и неутверждаемая часть, содержащая принципиальные схемы (стадия "Рабочей документации"). В настоящей работе выполнение принципиальных схем не рассматривается, утверждаемая часть "Рабочего проекта" отдельно в тексте не выделяется, и все, что относится к стадии "Проект", автоматически распространяется и на стадию "Рабочий проект".

I. Объем раздела "РЗ и А ВЛ 500 кВ и выше" в составе проекта должен быть достаточным для:

- обоснования принятых технических решений;
- оценки соответствия принятых решений требованиям ПУЭ; Руководящим указаниям, типовым и нормативным материалам;
- качественного выполнения в дальнейшем рабочей документации;
- определения объема реконструкции на других станциях и подстанциях, связанной со вводом в эксплуатацию проектируемой линии.

2. Основными техническими решениями проекта РЗА ВЛ 500 к и выше следует считать:

- выбор комплекса устройств релейной защиты и линейной автоматики для установки на проектируемой линии;
- результаты анализа функционирования запроектированного комплекса устройств РЗА на рассматриваемый период работы линии, включая пусковые этапы и варианты включения линии электропередачи, если они входят в задание на проектирование;
- решение о необходимости реконструкции релейной защиты и линейной автоматики элементов существующей сети в связи с

включением рассматриваемой линии;

– распределение устройств релейной защиты и линейной автоматики по трансформаторам тока и напряжения и источникам оперативного и постоянного тока;

– решение об организации высокочастотных каналов для устройств релейной защиты и линейной автоматики;

– выбор комплекса устройств для регистрации аварийных процессов и для определения места повреждения на линии.

3. Принятые решения должны соответствовать Правилам устройств электроустановок, учитывать современные требования и технические решения нормативных, типовых и методических материалов. Для полного обоснования принятых решений в проекте должны быть выполнены соответствующие расчеты.

Отклонения в проекте от ПУЭ и вышеуказанных материалов должны быть отмечены и надлежащим образом обоснованы.

4. Выбор технических средств релейной защиты и линейной автоматики линий 500 кВ и выше производится с учетом требований к РЗА по обеспечению динамической устойчивости энергосистемы и нагрузки в примыкающих сетях, а также с учетом требований по быстродействию, селективности, чувствительности, надежности функционирования, снижению потребления в цепях переменного тока и напряжения.

4.1. Этим требованиям отвечает выпускаемый в настоящее время модернизированный комплекс устройств релейной защиты и линейной автоматики серии ПДЭ 2000.01, в котором учтены результаты эксплуатации защит серии ПДЭ 2000, расширены их функциональные возможности, а также повышена их надежность.

В состав модернизированного комплекса входят:

– направленная дифференциально-фазная высокочастотная защита типа ПДЭ 2003.01;

– дистанционная защита типа ПДЭ 2001.01;

– токовая защита типа ПДЭ 2002.01;

– устройство резервирования отказа выключателей типа ПДЭ 2005.01;

– устройство автоматического повторного включения типа ПДЭ 2004.03.

4.2. На декабрь 1994 года намечено начало серийного производства новых шкафов релейной защиты и линейной автоматики для ВЛ 500-1150 кВ серии ПЭ 2700.

Новый комплекс РЗА выполнен с учетом специфики работы линий высокого и сверхвысокого напряжения в условиях интенсивных электромагнитных переходных процессов и имеет по сравнению с комплексом ПДЭ 2000.01 улучшенные технические параметры реагирующих органов (характеристики высших гармоник, характеристики срабатывания измерительных органов), более высокую надежность функционирования в цикле ОАПВ и режимах включения ВЛ при АПВ и опробовании, более надежную, чем в ПДЭ 2000.01 систему функционального и тестового контроля, а также возможность подключения внешних специализированных проверочных устройств, выполненных на базе микропроцессорной техники. Шкафы удобны в эксплуатации и имеют современный дизайн.

5. В проекте должны быть решены вопросы обеспечения ближнего резервирования, включающего выполнение двух быстродействующих защит ВЛ, срабатывающих при всех видах коротких замыканий на всей длине защищаемой линии и резервные защиты, а также разделение их по цепям переменного тока и напряжения, по цепям постоянного тока и цепям отключения выключателей.

В качестве основной применяется направленная дифференциально-фазная высокочастотная защита, в качестве второй быстродействующей защиты – ускоряемые с помощью передачи высокочастотных сигналов вторые и третьи ступени резервных защит, соответственно, дистанционной защиты и четырехступенчатой токовой направленной защиты нулевой последовательности.

Для осуществления автоматического повторного включения линии в соответствии с ПУЭ должны применяться устройства од-

нофазного и трехфазного АПВ.

Перечень запроектированных устройств релейной защиты и линейной автоматики должен быть приведен на специальном чертеже "Схема размещения устройств РЗ и ЛА на линии".

В работе также должна быть представлена схема распределения панелей (шкафов) РЗА ВЛ по трансформаторам тока и трансформаторам напряжения.

6. Правилами устройств электроустановок регламентированы коэффициенты чувствительности измерительных органов:

- основной в.ч. защиты;
- ступеней резервных защит, предназначенных для действия при к.з. на защищаемой линии;
- ступеней резервных защит, предназначенных для дальнего резервирования;
- избирательных органов ОАПВ.

В связи с этим в проекте должны быть рассчитаны параметры срабатывания и минимальные расчетные коэффициенты чувствительности указанных измерительных органов.

Кроме того, должны быть также рассчитаны параметры срабатывания и минимальные расчетные коэффициенты чувствительности измерительных органов устройства блокировки при качаниях дистанционной защиты и реле тока УРОВ.

7. Для оценки эффективности дальнего резервирования в проекте должны быть произведены выбор ориентировочных уставок резервных защит проектируемой ВЛ и элементов примыкающей сети и проверка их чувствительности.

Чувствительность дальнего резервирования должна проверяться в режиме каскадного отключения к.з. на данном элементе с учетом возможности поочередного действия защит элементов сети, питающих это повреждение. Расчеты необходимо выполнять с учетом расхождения углов Э.Д.С. генерирующих источников в режиме, предшествующем короткому замыканию. Учет сдвига фаз между векторами Э.Д.С. требуется для оценки работы третьих

ступеней дистанционных защит при к.з. в зоне дальнего резервирования.

В том случае, если дальнее резервирование не обеспечивается, возникает необходимость в разработке мероприятий по усилению ближнего резервирования.

В целях обеспечения надежности релейной защиты, в первую очередь для линий, отходящих от атомных станций и мощных ГРЭС, следует предусмотреть дополнительные резервные защиты, объем которых определяется видами коротких замыканий на линии, к которым не обеспечивается дальнее резервирование.

8. Если в проекте рассматриваются различные варианты включения проектируемой линии, а также пусковые этапы включения ВЛ, расчеты должны быть выполнены для всех вариантов. Например, в случае, если на пусковом этапе линия электропередачи вводится в работу на другом напряжении и используются те же защиты, следует определиться в таком вопросе – либо параметры срабатывания защит рассчитывать отдельно для пускового и окончательного этапов, либо они должны быть выбраны удовлетворяющими одновременно обоим этапам. В первом случае, при переходе от пускового этапа к окончательному, может потребоваться перенастройка защит. Это представляет весьма большое неудобство и может быть рекомендовано при относительно большой длительности пускового этапа. В случае, если использование одних и тех же защит на рассматриваемый период и на пусковом этапе, когда проектируемая линия будет работать на другом напряжении, оказывается неприемлемым, необходимо предусмотреть установку дополнительного комплекса защит.

9. В проекте должна быть определена аппаратура для записи электрических величин при к.з. в сети и предшествующем режиме, определения места повреждения на ВЛ и регистрации событий.

I0. При выполнении раздела РЗА ВЛ 500 кВ и выше должно быть определено количество каналов в.ч. связи для основных и резервных защит линии и сформировано задание для организации, проектирующей связь, на выполнение этих каналов.

II. В проекте должно быть дано заключение – требуется ли реконструкция релейной защиты и линейной автоматики на элементах существующей сети в связи с включением проектируемой линии. Заключение должно быть подтверждено соответствующими расчетами или аргументами.

I2. При выполнении проекта РЗА ВЛ 500 кВ и выше должны быть произведены соответствующие расчеты и разработаны рекомендации по обеспечению допустимого уровня импульсивных и в.ч. помех во вторичных цепях микроэлектронных устройств РЗА. Необходимость выполнения такой работы и ее финансирование должны быть оговорены с заказчиком.

I3. При наличии на тросах ВЛ 500 кВ и выше устройств плавки гололеда релейная защита выполняется в соответствие с " Указаниями по проектированию схем и устройств плавки гололед на проводах и тросах ВЛ 35 кВ и выше. Книга 3. УПГ постоянного тока, источники питания и релейная защита УПГ переменного и постоянного тока". Данная работа может быть выполнена по требованию заказчика на любой стадии проектирования, при этом должно быть предусмотрено дополнительное финансирование.

2.I5. Расчеты устойчивости и противоаварийная автомати

Настоящий раздел выполняется на основе соответствующего раздела ТЭО и на основе предшествующих работ по противоаварийной автоматике данного района. Этот раздел должен содержать следующе

- исходные данные;
- результаты расчетов устойчивости, позволяющие:

I) выявить границы областей статической устойчивости без применения средств АПНУ;

2) выявить факторы, существенно влияющие на величину предела статической устойчивости;

3) определить основные параметры режима, по которым должны дозироваться управляющие воздействия противоаварийной автоматики (УВ ПА);

4) подтвердить эффективность АПНУ при наиболее тяжелых расчетных возмущениях;

5) дать ориентировочные значения дозировки УВ ПА;

- структурные схемы размещения и взаимодействия устройств системы АПНУ (пусковых органов, устройств автоматической дозировки-АДВ, исполнительных органов);
- структурные схемы телемеханических связей для передачи аварийной и доаварийной информации;
- краткие сведения о простейшем табличном алгоритме АДВ с решеткой решений, адаптации этого алгоритма к данным условиям, и о подготовке данных в виде входных форм для ввода технологических таблиц и данных настройки микропроцессорного устройства ЛАДВ;
- решения по реконструкции противоаварийной автоматики (ПА) смежных районов;
- результаты расчетов асинхронного хода (АХ), позволяющие найти сечения АХ, области миграции электрического центра качаний (ЭЦК) на ВЛ, и на основе этого выбрать места расположения и взаимодействия устройств АЛАР;
- структурную схему устройства фиксации перегрузки по мощности и по углу (УФП);
- выбор параметров срабатывания защиты от повышения напряже-

ния (АОПН) при одностороннем отключении проектируемой ВЛ 500 кВ;

- стоимость устройств ПА, устанавливаемых на каждом объекте;
- программы исследовательских работ;
- материалы по новой аппаратуре, рекомендованной к применени данным проектом.

Основные решения в проекте противоаварийной автоматике принимаются, а расчеты устойчивости выполняются на основании руководящих указаний, директивных и нормативно-методических материалов.

При разработке нескольких вариантов проводится их технико-экономическое сопоставление, на основании которого принимается рекомендуемый вариант.

Раздел "Противоаварийная автоматика" в"образце проекта ВЛ 500 кВ" (№ I4320тм-т2). дает представление о содержании, порядке размещения, объеме материалов, о перечне и глубине проработки отдельных вопросов. Состав и содержание раздела могут быть уточнены для конкретных проектируемых ВЛ с учетом их особенностей.

Описанные в образце технические решения не могут рассматриваться как рекомендации при разработке раздела противоаварийной автоматики в проектах конкретных линий электропередач. При конкретном проектировании принимаемые технические решения должны иметь соответствующее техническое, экономическое, расчетное обоснование.

Противоаварийная автоматика имеет специфику, которая состоит в том, что она имеет системный характер и решает задачи противоаварийного управления, относящиеся не только к данной проектируемой линии электропередачи, но и к ряду других объектов района противоаварийного управления. Поэтому устройства ПА, устанавливаемые на подстанциях сети, примыкающей к проектируемой ВЛ, являются частью комплекса ПА района, в котором находится проектируемая линия электропередачи. В ряде случаев необходима реконструкция ПА в смежных районах.

В связи с изложенным, весь комплекс ПА должен проектироваться в составе проектируемой ВЛ и затраты на его создание, а также на реконструкцию ПА в случае необходимости, должны быть отнесены на эту проектируемую ВЛ.

2.I6. Расширение подстанций

2.I6.I. Электротехнические решения

Называется объем работ по расширению подстанций для подключения проектируемой ВЛ со ссылкой на утвержденное ТЭО ее строительства. При наличии изменений по отношению к ТЭО, указываются их причины и приводятся новые решения.

Освещается существующая главная схема расширяемой подстанции и ее изменение в связи с присоединением проектируемой ВЛ и в перспективе.

Называется оборудование, которое требуется установить при расширении подстанции для подключения проектируемой ВЛ (в т.ч. для плавки гололеда). Если одновременно с расширением подстанции производится ее реконструкция (при этом не только в связи с присоединением проектируемой ВЛ, но и по другим причинам-например, для повышения надежности), то освещаются работы по реконструкции, если в ТЭО они были только названы без подробного их описания.

Рассматриваются все принятые на существующей подстанции решения и необходимость их изменения в связи с присоединением новой ВЛ, указываются объемы этих изменений (собственные нужды, аккумуляторные батареи, изоляция, грозозащита, защита от внутренних перенапряжений, заземление и т.д.).

Приводится ведомость на основное электротехническое оборудование.

2.I6.2. Строительные решения

Указывается каким образом производится расширение подстанции - в границах ее ограды или с прирезкой территории. В последнем случае в составе проекта выпускаются отдельным томом "Материалы изысканий подстанции", который выполняется применительно к требованиям соответствующего тома эталона проекта подстанции. (Эти материалы могут также включаться в том материалов изысканий по ВЛ).

Приводится в виде таблицы перечень зданий и сооружений и видов работ по расширению ПС. Форма перечня дается в образце выполнения проекта ВЛ (том 2, таблица I4.2). Если на расширяемой части ПС выполняется вертикальная планировка, водоотвод и другие работы, то в перечне приводятся их объемы. Дается ссылка на прилагаемый генплан (фрагмент генплана), на котором указано размещение проектируемых сооружений.

Перечень зданий, сооружений и видов работ

Наименование здания, сооружение и вида работ	Показатель			Указание о применении проекта		Техническая характеристика
	Площадь застройки, $м^2$	Кубатура, $м^3$	Протяженность, м	Наименование проекта	Кем и когда выпущен	
1	2	3	4	5	6	7
Подготовка территории строительства						
Объекты основного производственного назначения						
Объекты подсобного производственного и обслуживающего назначения						
Объекты транспортного хозяйства и связи						
Сети и сооружения водоснабжения, канализации и маслоотводов						
Благоустройство территории подстанции						

2.I7. Организация эксплуатации

Со ссылкой на утвержденное ТЭО строительства ВЛ кратко освещаются вопросы организации эксплуатации ВЛ, предусмотренные проектом (схема ремонтно-эксплуатационного обслуживания, численность дополнительного ремонтно-эксплуатационного персонала, жилищное строительство для дополнительного эксплуатационного персонала, эксплуатационные сооружения и базы, пополнение парка машин и механизмов для обслуживания объекта, аварийный запас материалов и оборудования для эксплуатации ВЛ).

2.I8. Охрана труда и техника безопасности

Делается запись, подтверждающая соответствие выполненного проекта действующим нормам и правилам безопасности.

Приводятся основные мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию ВЛ (заземление опор, обеспечение нормируемых расстояний для подъема на опоры и производства на них работ без снятия напряжения, установка лестниц, стен-болтов и других устройств для подъема на опоры, болтовое соединение заземляющих спусков с заземлителями, выполнение пересечений и сближений с другими ВЛ с соблюдением нормативных требований и т.д.).

Приводится указание о том, что примененные типовые конструкции опор отвечают требованиям охраны труда и техники безопасности при проведении строительно-монтажных работ, а отдельны виды работ выполняются в соответствии с технологическими картами, в которых учтены требования охраны труда и техники безопасности. Дается ссылка на действующие нормативные документы по охране труда и технике безопасности (например,"Правила ТБ при строительных и монтажных работах на действующих и вблизи действующих линий электропередачи" и др.), в соответствии с которыми должны выполняться работы при строительстве ВЛ.

2.I9. Охрана окружающей природной среды

Дается ссылка на ТЭО строительства ВЛ и полученное на его основе разрешение на природопользование.

Указывается изменилось или нет конструктивное выполнение ВЛ и соответственно ее воздействие на окружающую природную сред

а также на социально-экономические условия жизни населения на стадии проекта по сравнению с ТЭО.

Приводятся на основании уточнения протяженности ВЛ, количества опор по типам и характеристик насаждений площади земель, изымаемых в постоянное и временное пользование с распределением их по угодьям, и площади вырубаемых насаждений с распределением их по группам (то и другое раздельно по административно-территориальным единицам, по которым проходит трасса ВЛ).

При изменении протяженности прохождения трассы по сельскохозяйственным угодьям и по насаждениям указываются величины уменьшения или увеличения этих протяженностей (в последнем случае с объяснением причин). Возможен вариант, когда, например, при увеличении общей длины прохождения трассы по сельхозугодьям, сокращается протяженность прохождения по наиболее ценным угодьям (орошаемая пашня, пашня и т.п.).

Если требуется, уточняются и изменяются природоохранные мероприятия и мероприятия по уменьшению степени воздействия ВЛ на окружающую среду. Если этого не требуется, в проекте делается соответствующая запись.

Перечисляются предусмотренные проектом природоохранные мероприятия (для мероприятий, связанных с удлинением трассы указывается величина удлинения).

Называются воздействующие факторы или природоохранные мероприятия, за которыми должен проводиться контроль, сроки его проведения.

Приводятся капитальные затраты и эксплуатационные расходы на реализацию природоохранных мероприятий по следующей форме:

Наименование природоохранных мероприятий	Капитальные вложения, млн.(тыс.)руб.	Эксплуатационные (ежегодные) расходы, млн.(тыс.)руб.
.....	.....	.....

Указывается эколого-экономическая эффективность применения в проекте природоохранных мероприятий, определенная по капитальным вложениям, в виде сравнения стоимости (разницы в стоимости) примененных мероприятий со стоимостью альтернативных мероприятий. Для мероприятий, не имеющих альтернативных вариантов, величина экономической эффективности не указывается, а только делается запись об отсутствии вариантов.

В заключении главы делается запись о том, что воздействие проектируемой ВЛ на окружающую природную среду после реализации предусмотренных проектом природоохранных мероприятий не превысит действующих норм и дальнейшее снижение степени ее воздействия нецелесообразно.

2.20. Технико-экономические показатели и показатели эффективности ВЛ

В табличной форме приводятся основные технико-экономические показатели запроектированной ВЛ в сравнении с показателями, полученными в ТЭО строительства этой же ВЛ.

Технико-экономические показатели ВЛ

Наименование показателя	показатели по проекту	показатели по ТЭО
I	2	3
По линии электропередачи		
I. Максимальная передаваемая мощность, МВт		
2. Протяженность ВЛ по трассе (включая большой переход), км		
3. Количество цепей		
4. Конструкция фазы		
5. Грозозащитный трос		
6. Тип основных опор		
7. Расход основных строительных материалов		
- сталь, т		
- цемент, т		
- сталеалюминиевый провод, т		
- стальной канат, т		
8. Продолжительность строительства, мес.		
9. Численность эксплуатационного персонала, чел.		
I0. Стоимость строительства одного километра ВЛ (в ценах I9 г.), тыс.руб.		

I	2	3

По большому переходу

I. Схема
2. Протяженность, м
3. Количество цепей
4. Конструкция фазы
5. Грозозащитный трос
6. Тип опор
7. Расход основных строительных материалов
   - сталь, т
   - цемент, т
   - сталеалюминиевый провод, т
   - грозозащитный трос, т
8. Продолжительность строительства, мес.

Расширение ПС

I. Количество и мощность устанавливаемых (авто) трансформаторов, МВ.А
2. Количество и мощность источников реактивной мощности, Мвар
3. Количество устанавливаемых выключателей, комплектов
4. Расход основных строительных материалов
   - сталь, т
   - цемент, т
5. Продолжительность строительства, мес.
6. Численность эксплуатационного персонала, чел.

Стоимость строительства

Полная / СМР , млн.руб.

I. Полная базисная стоимость

I	2	3
в ценах I9 г. в том числе:		
2. Объектов производственного назначения		
Из них: - линия электропередачи - большой переход - расширение ПС		
3. Объектов жилстроительства		

При проектировании и строительстве по очередям в графах "показатели по проекту" и "показатели по ТЭО" приводятся показатели по каждой очереди и на полное развитие объекта.

При наличии пускового комплекса показатели в графах 2 и 3 приводятся дробью: в числителе - по объекту (очереди), в знаменателе - по пусковому комплексу.

При наличии двухцепного и одноцепного участков ВЛ указывается общая протяженность ВЛ по трассе и в том числе одноцепного и двухцепного участков, соответственно в п. "Количество цепей" указывается "одна и две".

При применении опор индивидуальной конструкции или повторного применения тип опор указывается не шифром, а словами, например, "свободностоящие стальные опоры башенного типа".

При отсутствии в проекте большого перехода все относящиеся к нему показатели исключаются.

Если в состав проекта входит расширение двух и более подстанций, то показатели даются раздельно для каждой подстанции. Показатели, отсутствующие в проекте расширения (например, установка трансформатора или источника реактивной мощности) исключаются.

Приводится со ссылкой на ТЭО запись об уровне примененных научно-технических решений. Если в проекте применено решение не предусмотренное ТЭО, то приводится его сравнение с мировым уровнем (по аналогии с помещенным в ТЭО).

Если показатели эффективности, приведенные в ТЭО строительства объекта, не изменились, то об этом делается соответствующая запись. При изменении показателей эффективности приводится их новое значение, при ухудшении показателей излагаются причины ухудшения.

3. ПОЯСНЕНИЯ К ПРИЛОЖЕНИЯМ И ЧЕРТЕЖАМ

К тому "Линия электропередачи" прилагаются:

- техническое задание на разработку проекта (рабочего проекта) ВЛ;
- приказ РАО "ЕЭС России" об утверждении ТЭО строительства данной ВЛ;
- постановления местных администраций (областной, республиканской) о согласовании трассы;
- разрешения на природопользование, выданные территориальными (областными, республиканскими) комитетами охраны окружающей среды и природных ресурсов;
- ведомости вырубки просеки, строительных конструкций, монтажных материалов, оборудования, заземляющих устройств, оборудования ВЧ каналов связи по ВЛ; формы ведомостей приведены в образце выполнения проекта (т.2 Эталона).

Необходимость включения в состав тома других приложений, в частности по противоаварийной автоматике (см. образец), определяется проектной организацией.

В состав тома "Линия электропередачи" включаются, как правило, следующие чертежи:

- обзорный план трассы;
- принципиальная схема электрических соединений сетей рассматриваемого района;
- планы подходов ВЛ к подстанциям (коридоры ВЛ);
- расстановка опор по профилю для сложных участков (затапливаемые поймы рек, горные районы, стесненные участки и т.п.);
- профиль большого перехода;
- схема транспозиции проводов;
- схема плавки гололеда на проводах и тросах;
- главная схема электрических соединений расширяемых ПС;
- планы ОРУ расширяемых ПС;
- генеральный план (или его фрагмент) расширяемых ПС;
- фундаменты под опоры большого перехода (переходные и концевые опоры);

– схемы защиты опор от ледохода в поймах;

– нетиповые строительные конструкции (опоры, фундаменты, заделки опор);

– схема организации каналов ВЧ связи по ВЛ;

– схема линейно-эксплуатационной связи;

– схема размещения устройств защиты, автоматики и регистрирующих приборов на ВЛ;

– схема размещения защит РЗиА по трансформаторам тока;

– структурная схема размещения и взаимодействия устройств ПА;

– задание на проектирование каналов связи для ПА;

– таблицы пусковых органов и управляющих воздействий ПА и характеристик дозировки УВ ПА, закладываемых в ЛАДВ;

– структура комплекса ЛАДВ;

– структурная схема УФП;

– схема размещения устройств АЛАР;

– укрупненные алгоритмы дозировки УВ ПА и извлечения дозировки из АЗД при срабатывании пускового органа ПА.

В состав тома могут также включаться чертежи примененных в проекте новых или нетиповых решений и конструкций.

Необходимость включения в данный том тех или иных чертежей определяется проектной организацией.

Чертежи выполняются по форме, установленной действующими руководствами, указаниями, эталонами. Если в указанных документах форма не установлена, то они выполняются по форме и с условными обозначениями, принятыми в многолетней практике проектирование института "Энергосетьпроект".

Для отдельных чертежей рекомендуемая форма приложена к образцу выполнения проекта (I4320тм-т2).

gost.e-ecolog.ru