Общество с ограниченной ответственностью «Томскэлектросетьпроект»

Заказчик: **АО «ИЭСК»**

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях и системах инженерно-технического обеспечения
Подраздел 1. Система электроснабжения
Часть 2. Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

Ю5-373-ИОС1.2

Том 5.1.2

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2026

Общество с ограниченной ответственностью «Томскэлектросетьпроект»

Заказчик: **АО «ИЭСК»**

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях и системах инженерно-технического обеспечения
Подраздел 1. Система электроснабжения
Часть 2. Релейная защита, автоматика и вторичные соединения
Ю5-373-ИОС1.2

Том 5.1.2

Директор **О.Г. Агеенко**

Главный инженер проекта **Д.В. Ершов**

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2026

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Обозначение	Наименование	Примечание
Ю5-373-ИОС1.2-С	Содержание тома 5.1.2	1
Ю5-373-ИОС1.2.ТЧ	Текстовая часть	24
Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ	Графическая часть	19
Ю5-373-ИОС1.2.ТТ	Выбор параметров трансформаторов тока	6

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	Ю5-373-ИОС1.2-С		
Разраб.		Вагнер			05.26	Содержание тома 5.1.2	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Борисов			05.26		П		1
Н. контр.		Артёмова			05.26		ООО«Томскэлектросетьпроект»		
ГИП		Ершов			05.26				

Формат А4

Содержание

1 Перечень нормативной документации 2
2 Введение 5
3 Краткая характеристика объекта реконструкции 5
4 Состав устройств релейной защиты и автоматики 6
4.1 Защита и автоматика силового трансформатора 110/10-10 кВ 6
4.1.1 Основная защита трансформатора 7
4.1.2 Резервная защиты трансформатора 8
4.1.3 Автоматика регулирования напряжения трансформатора 10
4.2 Защита и автоматика элементов РУ-10 кВ 11
4.2.1 Защита и автоматика ввода 10 кВ силового трансформатора 11
4.2.2 Защита и автоматика секционного выключателя 10 кВ 12
4.2.3 Защита и автоматика отходящих линий 10 кВ 13
4.2.4 Защита и автоматика присоединения ДГР-10 кВ 14
4.2.5 Защита шин 10 кВ 14
5 Автоматика управления дугогасящими реакторами 10 кВ 15
6 Автоматика определения поврежденного фидера 10 кВ 15
7 Противоаварийная автоматика 15
8 Организация цепей напряжения 16
8.1 Организация цепей напряжения 110 кВ 16
8.2 Организация цепей напряжения 10 кВ 17
9 Регистрация нормальных и аварийных событий 18
10 Центральная сигнализация 18
11 Управление коммутационными аппаратами 18
12 Оперативная блокировка разъединителей 18
13 Анализ параметров настройки устройств РЗА в прилегающей сети 110 кВ 19
14 Выбор измерительных трансформаторов тока 20
15 Состав и объем устанавливаемых устройств РЗА 21
Лист регистрации изменений 24

Согласовано:

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	Ю5-373-ИОС1.2.ТЧ		
Разработал		Вагнер			05.26	Текстовая часть	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Борисов			05.26		П	1	24
Н. контр.		Артемова			05.26		ООО «Томскэлектросетьпроект»		
ГИП		Ершов			05.26				

1 Перечень нормативной документации

1. Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию, утверждено Постановлением Правительства РФ №87 от 16.02.2008 (в действующей редакции);

2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), 7 издание с исправлениями (действующее издание);

3. Требования к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Методические указания по устойчивости энергосистем», утвержденные приказом Минэнерго России от 03.08.2018 № 630;

4. Требования к перегрузочной способности трансформаторов и автотрансформаторов, установленных на объектах электроэнергетики, и ее поддержанию, утвержденные приказом Минэнерго России от 08.02.2019 № 81;

5. Методические указания по проектированию развития энергосистем, утвержденные Приказом Минэнерго России от 06.12.2022 №1286;

6. Требования к оснащению линий электропередачи и оборудования объектов электроэнергетики классом напряжения 110 кВ и выше устройствами и комплексами релейной защиты и автоматики, а также к принципам функционирования устройств и комплексов релейной защиты и автоматики, утвержденные приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 13.02.2019 №101;

7. Требования к каналам связи для функционирования релейной защиты и автоматики, утвержденных приказом Минэнерго России от 13.02.2019 № 97;

8. Правила технологического функционирования энергетических систем, утвержденные Постановлением Правительства РФ № 937 от 13.08.2018;

9. Требования к релейной защите и автоматике различных видов и ее функционированию в составе энергосистемы, утверждённые приказом Минэнерго России от 10.07.2020 № 546;

10. Правила создания (модернизации) комплексов и устройств релейной защиты и автоматики в энергосистеме, утверждённые приказом Минэнерго России от 13.07.2020 № 556;

11. СТО 56947007-29.240.55.016-2008 «Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35-750 кВ»;

12. РД 34.35.310-97. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем;

13. Межгосударственный стандарт ГОСТ 34045-2023 «Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования»;

14. ГОСТ Р 59909-2021 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита и автоматика. Классификация»;

15. ГОСТ Р 57114-2022 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике и оперативно-технологическое управление. Термины и определения»;

16. ГОСТ Р 55105-2019 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования»;

17. ГОСТ Р 59232-2020 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита и автоматика. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Устройства автоматической частотной разгрузки. Нормы и требования»;

18. ГОСТ Р 58335-2018 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое ограничение снижения частоты при аварийном дефиците активной мощности. Нормы и требования»;

19. ГОСТ Р 58601-2019 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Релейная защита и автоматика. Автономные регистраторы аварийных событий. Нормы и требования»;

20. ГОСТ Р 59550-2021 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита и автоматика. Сбор хранение и передача в диспетчерские центры в автоматическом режиме файлов с данными регистрации аварийных событий. Нормы и требования»;

21. ГОСТ Р 58669-2019 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита. Трансформаторы тока измерительные индуктивные с замкнутым магнитопроводом для защиты. Методические указания по определению времени до насыщения при коротких замыканиях»;

22. ГОСТ Р 70358-2022 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита и автоматика. Требования к работе устройств релейной защиты линий электропередачи классом напряжения 110 кВ и выше в переходных режимах, сопровождающихся насыщением трансформаторов тока»;

23. Общие требованиями к системам противоаварийной и режимной автоматики, релейной защиты и автоматики, телеметрической информации, технологической связи в ЕЭС России», утверждено Приказом АО РАО «ЕЭС России» №57 от 11.02.2008г.;

24. СТО 56947007-29.240.043-2010. Руководство по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи электросетевых объектов;

25. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 56302-2014. Единая Энергетическая Система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Диспетчерские наименование объектов электроэнергетики и оборудования объектов электроэнергетики. Общие требования. (Утв. приказом Росстандарта №1983-ст от 12.12.2014);

26. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 56303-2014. Единая Энергетическая Система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики. Общие требования к графическому исполнению. (Утв. приказом Росстандарта №1984-ст от 12.12.2014);

27. СТО 56947007.29.240.30.047-2010. Стандарт АО «СО ЕЭС». Рекомендации по применению типовых принципиальных схем распределительных устройств подстанций 35-750 кВ;

28. Методические указания по технологическому проектированию подстанций переменного тока с высшим напряжением 35 – 750 кВ, утвержденные приказом Минэнерго России от 15.01.2024 № 6;

29. Методические указания по технологическому проектированию линий электропередачи классом напряжения 35 – 750 кВ, утвержденные приказом Минэнерго России от 31.08.2022 № 884;

33. Иные действующие законодательные и нормативно-технические документы.

2 Введение

Основанием для проектирования по титулу «Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)» служат следующие документы:

1. Задание на разработку проектной и рабочей документации «титулу «Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)» (Приложение А);

2. Инвестиционная программа АО «ИЭСК» на 2020-2024 гг.

3. Схема и программа развития электроэнергетических систем России на 2024-2029 года, утверждённая приказом Минэнерго России от 30.11.2023 № 1095.

3 Краткая характеристика объекта реконструкции

Реконструируемая ПС 110 кВ Луговая расположена: Иркутская область, г. Шелехов, ул. Култукский тракт, д. 30.

Согласно Задания на проектирование проектом предусматривается:

- замена существующего ОРУ 110 кВ;
- замена трансформаторов Т-1, Т-2 на два трансформатора напряжением 110/10/10 кВ и мощностью по 63 МВА каждый;
- замена существующего оборудования ЗРУ-10 кВ;
- реконструкция СН-0,4 кВ, СОПТ;
- реконструкция защит Т-1, Т-2;
- реконструкция оперативного тока.

4 Состав устройств релейной защиты и автоматики

4.1 Защита и автоматика силового трансформатора 110/10-10 кВ

В рамках данного титула выполняется замена силовых трансформаторов Т-1 и Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА.

В настоящее время защита трансформаторов выполнена на базе электромеханических реле. Защиты не соответствуют действующим нормам. В рамках настоящего проекта предусматривается реконструкция защит силового трансформатора Т-1 и Т-2.

Реконструкция выполняется поэтапно:

1 этап реконструкции: выполняется реконструкция защит трансформатора Т-2;

2 этап реконструкции: выполняется реконструкция защит трансформатора Т-1.

Для защиты каждого трансформатора предусматривается следующие устройства защиты и автоматики:

- комплект основной защиты - в количестве двух комплектов (ДЗТ 1к., ДЗТ 2к);
- комплект резервной защиты и автоматики управления выключателем стороны 110 кВ ВН;
- комплект защиты с функциями автоматики управления выключателем стороны 10 кВ НН1;
- комплект защиты с функциями автоматики управления выключателем стороны 10 кВ НН2;
- комплект автоматики РПН.

Для полноценного резервирования комплектов защит трансформатора предусматривается подключение их к разным обмоткам трансформаторов тока.

Для защиты трансформатора от внутренних повреждений предусматривается двухступенчатая газовая защита трансформатора с контролем изоляции оперативных цепей. Первая ступень действует на предупредительную сигнализацию, вторя в общем случае – на отключение трансформатора со всех сторон с пуском УРОВ. Воздействие газовой защиты предусматривается выполнить на оба комплекта основной защиты трансформатора.

Предусматривается одноступенчатая газовая защита бака РПН (струйное реле) с контролем изоляции оперативных цепей с действием на отключение трансформатора для защиты РПН от внутренних повреждений, воздействие выполняется на оба комплекта основных защит.

Для резервирования газовых защит проектом предусматривается использование реле газовой защиты с двумя отключающими и двумя сигнальными контактами и струйных реле РПН с двумя отключающими контактами. Предусматривается непрерывный контроль изоляции цепей газовых защит трансформатора и бака РПН.

4.1.1 Основная защита трансформатора

Для защиты силового трансформатора 63 МВА устанавливается два комплекта основной защиты.

Комплект основной защиты трансформатора реализует функции:

1. Два комплекта основной защиты трансформатора, каждый комплект реализует функции:
   - дифференциальная токовая защита с торможением от всех видов повреждения в трансформаторе (ДЗТ);
   - контроль исправности вторичных цепей тока (КЦТ);
   - цепи газовой защиты трансформатора (ГЗТ) с контролем изоляции цепей газового реле;
   - цепи газовой защиты устройства РПН (ГЗ РПН) с контролем изоляции цепей струйного реле;
   - защита от перегрузки на стороне ВН (ЗП ВН);
   - защита от перегрузки на стороне НН (ЗП НН);
   - максимальная токовая защита на стороне ВН с возможностью пуска по напряжению (МТЗ/U ВН);
   - максимальная токовая защита на стороне НН1 с возможностью пуска по напряжению (МТЗ/U НН1);
   - максимальная токовая защита на стороне НН2 с возможностью пуска по напряжению (МТЗ/U НН2);
   - токовая защита нулевой последовательности на стороне ВН (ТЗНП);
   - автоматика пуска охлаждения;
   - технологические защиты трансформатора (защита от понижения уровня масла, защита от потери охлаждения, защита от повышения температуры масла и т.д.);
   - токовый контроль (пуск) для ЗДЗ 10 кВ (ТК ЗДЗ);
   - отключение от УРОВ ввода НН1;
   - отключение от УРОВ ввода НН2;
   - отключение от ЗДЗ ввода НН1 и НН2;
   - отключение ввода НН1, НН2 с АВР СВ-10 кВ;
   - отключение ввода НН1, НН2 с запретом АВР СВ-10 кВ;
   - отображение на ИЧМ измеренных и вычисленных электрических величин для функций РЗА;
   - осцилографирование и регистрация аварийных событий.

Выполнение ступеней МТЗ ВН подразумевает выполнение ближнего резервирования защит ввода 10 кВ при повреждениях на шинах НН1 и НН2.

МТЗ/U НН1 и МТЗ/U НН2 с первой выдержкой времени действует на отключение выключателя ввода 10 кВ с запретом АПВ и АВР, со второй – на отключение вводного выключателя 110 кВ трансформатора.

На первом пусковом комплексе действие на отключение от нового терминала основных защит Т-2 предусматривается на существующий ОД и КЗ 110 кВ Т-2 через схему автоматики ОД и КЗ в существующем шкафу защит Т-2 (цепи защит существующего шкафа Т-2 выводятся в резерв).

На втором пусковом комплексе действие на отключение от нового терминала основных защит Т-2 перезаводится на новый выключатель 110 кВ Т-2, через схему АУВ В-110 Т-2 (устанавливается на первом пусковом комплексе, но выводится в «резерв» до установки выключателя на втором пусковом комплексе). ОД и КЗ 110 кВ Т-2 демонтируется на втором пусковом комплексе.

Терминал основных защит Т-1 устанавливается на втором пусковом комплексе вместе с новым выключателем 110 кВ Т-1 и схемой АУВ В-110 Т-1. ОД и КЗ 110 кВ Т-1 демонтируется на втором пусковом комплексе.

4.1.2 Резервная защиты трансформатора

Комплект резервной защиты трансформатора с функциями автоматики управления выключателем стороны 110 кВ реализует функции:

- контроль исправности вторичных цепей тока (КЦТ);
- защита от перегрузки на стороне ВН (ЗП ВН);
- максимальная токовая защита на стороне ВН с возможностью пуска по напряжению (МТЗ/U ВН);
- токовая защита нулевой последовательности на стороне ВН (ТЗНП)
- логическая защита трансформатора (ЛЗТ);
- автоматика управления выключателем (АУВ);
- автоматическое повторное трехфазное включение (ТАПВ);
- контроль включенного/отключенного положения выключателя;
- контроль состояния и готовности выключателя;
- контроль цепей управления выключателя;
- защита электромагнитов включения и отключения от длительного протекания тока;
- устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ);
- отключение от УРОВ ввода НН1;

– отключение от УРОВ ввода НН2;
– отключение от ЗДЗ ввода НН1 и НН2;
– отключение от основной защиты (ДЗТ 1к, ДЗТ 2к);
– отключение ввода НН1, НН2 с АВР СВ-10 кВ;
– отключение ввода НН1, НН2 с запретом АВР СВ-10 кВ;
– сигнализация неисправности выключателя (снижение давления элегаза в выключателе, контроль исправности выключателя, блокирование операций включения/отключения при аварийном снижении уровня элегаза, неисправности обогрева выключателя, неисправности завода пружин);
– отображение на ИЧМ измеренных и вычисленных электрических величин для функций РЗА;
– осцилографирование и регистрация аварийных событий.

Выполнение ступеней МТЗ ВН подразумевает выполнение ближнего резервирования защит ввода 10 кВ при повреждениях на шинах НН1 и НН2.

МТЗ/U НН1 и МТЗ/U НН2 с первой выдержкой времени действует на отключение выключателя ввода 10 кВ с запретом АПВ и АВР, со второй – на отключение вводного выключателя 110 кВ трансформатора.

Индивидуальное УРОВ в микропроцессорном терминале выполняет функцию реле тока УРОВ, выдает сигнал действия УРОВ с пуском от защит и с контролем действия защит в цепи отключения выключателя. УРОВ действует с выдержкой времени на повторную команду отключения собственного выключателя («на себя»).

Отключение от УРОВ вышестоящего выключателя не предусматривается поскольку уставки релейной защиты ВЛ 110 кВ Шелехово – Луговая I цепь и ВЛ 110 кВ Шелехово – Луговая II цепь на ПС 110 кВ Шелехово выбраны с учетом обеспечения дальнего резервирования защит силовых трансформаторов на ПС 110 кВ Луговая (см. 794-24-18-ОТР2.ТЧ раздел 13), а также на основании пункта 86 «Требований к оснащению линий электропередачи и оборудования объектов электроэнергии классом напряжения 110 кВ и выше устройствами и комплексами релейной защиты и автоматики, а также к принципам функционирования устройств и комплексов релейной защиты и автоматики» (утвержденных приказом Минэнерго России №101 от 13.02.2019, с изменениями по приказам №546 от 10.07.2020 и №1104 от 01.12.2023) допустимо не использовать передачу отключения от УРОВ на питающий конец ВЛ 110 кВ для: «отпаечных подстанций, не оснащенных полукомплектом основной защиты или передатчиком УПАСК, когда для передачи команды телеотключения с запретом АПВ на противоположный конец этой ЛЭП от УРОВ требуется организация канала связи».

Для обеспечения отключения повреждения в трансформаторе с наименьшей выдержкой

времени при выводе основной защиты на терминале резервной защиты предусматривается логическая защита трансформатора блокирующего типа. На микропроцессорном устройстве защиты ввода 10 кВ предусматривается выдача блокирующего сигнала.

Время действия ЛЗТ порядка 0,15 – 0,2 с.

На первом пусковом комплексе действие на отключение от нового терминала резервных защит Т-2 предусматривается на существующий ОД и КЗ 110 кВ Т-2 через схему автоматики ОД и КЗ в существующем шкаф защит Т-2 (цепи защит существующего шкафа Т-2 выводятся в резерв).

На втором пусковом комплексе действие на отключение от нового терминала резервных защит Т-2 перезаводится на новый выключатель 110 кВ Т-2, через схему АУВ В-110 Т-2 (устанавливается на первом пусковом комплексе, но выводится в «резерв» до установки выключателя на втором пусковом комплексе). ОД и КЗ 110 кВ Т-2 демонтируется на втором пусковом комплексе.

Терминал резервных защит Т-1 устанавливается на втором пусковом комплексе вместе с новым выключателем 110 кВ Т-1 и схемой АУВ В-110 Т-1. ОД и КЗ 110 кВ Т-1 демонтируется на втором пусковом комплексе.

4.1.3 Автоматика регулирования напряжения трансформатора

Для реализации функции автоматического регулирования напряжения трансформатора (АРНТ) устанавлено отдельное устройство, которое предусматривает возможность управления приводами устройств РПН как в автоматическом, так и в ручном режиме. Кроме того, в устройстве АРНТ реализуются следующие функции:

- автоматическое и ручное регулирование коэффициента трансформации трансформатора (АРКТ);
- коррекция регулирования уровня напряжения по току нагрузки;
- контроль положения РПН;
- контроль исправности привода РПН;
- сигнализация крайних положений устройства РПН;
- контроль процесса переключения в приводе РПН;
- блокировка работы привода в аварийных ситуациях и от внешних сигналов;
- контроль токовой загрузки трансформатора на стороне НН;
- отображение на ИЧМ измеренных и вычисленных электрических величин для функций РЗА;
- осцилографирование и регистрация аварийных событий.

Регулирование напряжения трансформатора осуществляется по стороне нижнего напряжения. Для корректной работы устройство АРНТ контролирует состояние вводных выключателей

10 кВ, а также значение уровня напряжения на соответствующих шинах.

Для отображения информации о положении ступени РПН на панели управления установлен логометр, с возможностью передачи информации по цифровому каналу связи в систему АСУ ТП.

4.2 Защита и автоматика элементов РУ-10 кВ

В настоящее время существующие защита присоединений 10 кВ выполнены на базе электромеханических реле и микропроцессорных терминалов.

В рамках настоящего проекта предусматривается замена существующего оборудования ЗРУ-10 кВ на 2 этапе, в том числе и устройств релейной защиты и автоматики.

Релейную защиту и автоматику проектируемых присоединений 10 кВ предусматривается выполнить на базе микропроцессорных устройств.

4.2.1 Защита и автоматика ввода 10 кВ силового трансформатора

Комплект защиты ввода 10 кВ реализует функции:

- логическая защита шин (ЛЗШ);
- максимальная токовая защита с возможностью пуска по напряжению (МТЗ/U) с количеством ступеней не менее 3 (три) с выбором варианта работы ступеней:
  - а. МТЗ с независимыми выдержками времени;
  - б. МТЗ с возможностью выбора обратнозависимых времятоковых характеристик по стандарту МЭК 60255-151;
- ускорения МТЗ;
- отключение от защиты от минимального напряжения (ЗМН);
- защита от обрыва фаз (ЗОФ);
- автоматика управления выключателем (АУВ);
- автоматика повторного включения (АПВ);
- контроль исправности вторичных цепей тока (КЦТ);
- токовый контроль (пуск) для ЗДЗ 10 кВ (ТК ЗДЗ);
- устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ);
- АВР;
- отключение от ЗДЗ секции;
- отключение от УРОВ секции;
- блокировка ЛЗТ в резервную защиту трансформатора;
- отключение от основной и резервной защит с АВР СВ-10 кВ;

– отключение от основной и резервной защит с запретом АВР СВ-10 кВ;

– контроль включенного/отключенного положения выключателя;

– контроль состояния готовности выключателя;

– контроль цепей управления выключателя;

– защита электромагнитов включения и отключения от длительного протекания тока;

– сигнализация неисправности выключателя (неисправности обогрева выключателя, неисправности завода пружин и т.д.);

– отображение на ИЧМ измеренных и вычисленных электрических величин для функций РЗА;

– осцилографирование и регистрация аварийных событий.

При отказе выключателя ввода 10 кВ силового трансформатора осуществляется передача сигнала пуска УРОВ в защиту соответствующего трансформатора для отключения его со всех сторон, а также СВ-10 кВ с запретом АВР.

4.2.2 Защита и автоматика секционного выключателя 10 кВ

Комплект защиты СВ 10 кВ реализует функции:

– логическая защита шин (ЛЗШ);

– максимальная токовая защита с количеством ступеней не менее 3 (три) с выбором варианта работы ступеней:

  а. МТЗ с независимыми выдержками времени;

  б. МТЗ с возможностью выбора обратнозависимых времятоковых характеристик по стандарту МЭК 60255-151;

– ускорения МТЗ;

– защита от замыканий на землю (ЗЗ);

– защита от обрыва фаз (ЗОФ);

– отключение от внешних устройств;

– контроль исправности вторичных цепей тока (КЦТ);

– устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ);

– автоматика управления выключателем (АУВ);

– отключение от УРОВ обоих секций с запретом АВР;

– отключение от ЗДЗ обоих секций с запретом АВР;

– пуск по току в ЗДЗ для обоих секций;

– контроль включенного/отключенного положения выключателя;

– контроль состояния готовности выключателя;

– контроль цепей управления выключателя;

– защита электромагнитов включения и отключения от длительного протекания тока;

– сигнализация неисправности выключателя (неисправности обогрева выключателя, неисправности завода пружин и т.д.);

– отображение на ИЧМ измеренных и вычисленных электрических величин для функций РЗА;

– осцилографирование и регистрация аварийных событий.

4.2.3 Защита и автоматика отходящих линий 10 кВ

Комплект защиты и автоматики отходящих линий 10 кВ реализует функции:

– логическая защита шин (ЛЗШ);

– максимальная токовая защита (МТЗ) с количеством ступеней не менее 3 (три) с выбором варианта работы ступеней:

  а. МТЗ с независимыми выдержками времени;

  б. МТЗ с возможностью выбора обратнозависимых времятоковых характеристик по стандарту МЭК 60255-151;

– ускорения МТЗ;

– защита от замыканий на землю (ЗЗ);

– автоматика управления выключателем (АУВ);

– контроль исправности вторичных цепей тока (КЦТ);

– устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ);

– отключение от АЧР-1, АЧР-2, АЧР-1+АЧР-2;

– отключение от ПА (САОН, АОПО);

– отключение от внешних устройств;

– включение от АПВ, ЧАПВ;

– защита от обрыва фаз (ЗОФ);

– контроль включенного/отключенного положения выключателя;

– контроль состояния готовности выключателя;

– контроль цепей управления выключателя;

– защита электромагнитов включения и отключения от длительного протекания тока;

– сигнализация неисправности выключателя (неисправности обогрева выключателя, неисправности завода пружин и т.д.);

– отображение на ИЧМ измеренных и вычисленных электрических величин для функций РЗА;

– осцилографирование и регистрация аварийных событий.

Отключение от АЧР и ПА (САОН, АОПО), включение от АПВ и ЧАПВ вводится в действие при помощи отдельных переключателей, устанавливаемых в линейных ячейках 10 кВ.

4.2.4 Защита и автоматика присоединения ДГР-10 кВ

Комплект защиты и автоматики ДГР-10 кВ реализует функции:

- логическая защита шин (ЛЗШ);
- автоматика компенсации тока замыкания на землю;
- максимальная токовая защита (МТЗ);
- защита от замыканий на землю (ЗЗ);
- автоматика управления выключателем (АУВ);
- контроль исправности вторичных цепей тока (КЦТ);
- устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ);
- контроль включенного/отключенного положения выключателя;
- контроль состояния готовности выключателя;
- контроль цепей управления выключателя;
- защита электромагнитов включения и отключения от длительного протекания тока;
- сигнализация неисправности выключателя (неисправности обогрева выключателя, неисправности завода пружин и т.д.);
- отображение на ИЧМ измеренных и вычисленных электрических величин для функций РЗА;
- осцилографирование и регистрация аварийных событий.

4.2.5 Защита шин 10 кВ

Для защиты секций шин 10 кВ предусматривается логическая защита шин, выполненная на микропроцессорных устройствах присоединений, ввода и секционного выключателя 10 кВ.

Для секций шин помимо логической защиты шин реализуется дуговая защита (ЗДЗ), выполненная с контролем по току. Проектом предусматривается распределенная система ЗДЗ с размещением световых датчиков дуговых замыканий в отсеках каждой ячейке КРУН-10 кВ, и установкой центральных блоков регистрации (по одному на каждую секцию) в отдельных шкафах на стене ЗРУ-10 кВ, ЗДЗ выполняется на базе микропроцессорного устройства без использования оптоволоконных датчиков.

Действие дуговой защиты и логической защиты шин выполняется путем организации ши нок в ячейках ЗРУ-10 кВ.

5 Автоматика управления дугогасящими реакторами 10 кВ

В рамках данного проекта на ПС 110 кВ Луговая, в соответствии с заданием на проектирование, выполняется установка дугогасящих реакторов на каждой секции шин 10 кВ.

Для управления дугогасящими реакторами предусматривается установка шкафов автоматики управления ДГР-10 кВ, один шкаф на два реактора, в помещении существующего ЗРУ-10 кВ, выполненного на базе микропроцессорных устройств. Установка выполняется на втором этапе реконструкции.

Шкаф автоматики поставляется в комплекте поставки ДГР-10 кВ, один шкаф на два устройства.

6 Автоматика определения поврежденного фидера 10 кВ

В рамках данного проекта на ПС 110 кВ Луговая, в соответствии с заданием на проектирование, выполняется установка на каждой секции шин 10 кВ микропроцессорных устройств определения поврежденного фидера (ОПФ). Предусматривается выполнить автоматику ОПФ с действием на сигнал, а далее с выдержкой времени на отключение поврежденного фидера.

ОПФ предусматривается выполнить с децентрализованным контролем отходящих фидеров, для этого предусматривается установка микропроцессорных устройств контроля фидера непосредственно в ячейках фидеров и центральных микропроцессорных устройств ОПФ, для каждой секции отдельное устройство, в ячейках секционных разъединителей ЗРУ-10 кВ.

ОПФ поставляется в составе ячеек РУ-10 кВ.

7 Противоаварийная автоматика

На ПС 110 кВ Луговая проектом предусматривается установка шкафов АОСЧ непосредственно в помещении существующих ЗРУ-10 кВ, один шкаф на две секции шин (АЧР 1СШ+2СШ, АЧР 3СШ+4СШ), в каждом шкафу устанавливается по два комплекта АЧР.

Для контроля частоты предусматривается подключения комплектов АЧР к цепям напряжения ТН-110 кВ (ТН-1-110, ТН-2-110).

Устройство АЧР выполняется на микропроцессорной базе и должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 59232-2020 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита и автоматика. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Устройства автоматической частотной разгрузки. Нормы и требования».

Устройство проектируемого АЧР должно включать в себя следующие функции:

- АЧР-1 (быстродействующую АЧР) для прекращения процесса снижения частоты;
- АЧР-2 (не совмещённую) для подъема частоты после действия устройств АЧР-1, а также при медленном снижении частоты;

- ЧАПВ для повторного включения отключенных от АЧР потребителей по факту повышения частоты.

Устройство АЧР не должно срабатывать при:

- снижении частоты, вызванном коротким замыканиями;
- выбеге электродвигателей;
- замыкании на землю в цепях оперативного тока;
- снятии, подаче, снижения напряжения оперативного тока;
- перерывах питания любой длительности;
- объединении цепей переменного напряжения и цепей оперативного постоянного тока;
- возникновении неисправностей в цепях напряжения;
- перегрузке устройства АЧР.

Для проектируемых устройств АЧР предусматривается выполнить управляющее воздействие на отключение существующих и проектируемых отходящих линий 10 кВ КРУН-10 кВ 1СШ-2СШ и 3СШ-4СШ. Воздействие выполняется очередями. Отключение каждой очереди АЧР предусматривается выполнить при помощи шинок через переключатели на всех линейных ячейках 10 кВ.

Передача разрешающего сигнала ЧАПВ предусматривается выполнить при помощи шинок через переключатели на все линейные ячейки 10 кВ.

8 Организация цепей напряжения

8.1 Организация цепей напряжения 110 кВ

На ПС 110 кВ Луговая по стороне 110 кВ проектом предусматривается установка трансформаторов напряжения с тремя вторичными обмотками:

- первая основная обмотка для питания цепей измерения и устройств релейной защиты и автоматики, работающая в классе точности 0,5;
- вторая основная обмотка для питания цепей учета электрической энергии, работающая в классе точности 0,5;
- дополнительная обмотка для питания цепей измерения и устройств релейной защиты и автоматики, работающая в классе точности 3,0.

Для подключения устройств информационно технологических систем (ИТС) к цепям напряжения 110 кВ проектом предусматривается установка шкафа организации и перевода цепей напряжения ТН-110 кВ в помещении существующего ОПУ, на место демонтируемого существующего шкафа ТН-110 кВ.

Шкаф включает в себя:

- комплект ТН 1СШ 110 кВ;
- комплект ТН 2СШ 110 кВ;
- схема ручного перевода цепей напряжения с помощью переключающих устройств;
- схема предупредительной и аварийной сигнализации о снижении давления элегаза в трансформаторе напряжения.

Разводка цепей напряжения по шкафам ИТС осуществляется по радиальной схеме.

Контроль исправности цепей напряжения организуется с помощью сигналов положения и срабатывания автоматических выключателей, действующих в схему сигнализации трансформаторов напряжения в шкафу организации цепей напряжения ТН-110 кВ.

8.2 Организация цепей напряжения 10 кВ

На ПС 110 кВ Луговая по стороне 10 кВ проектом предусматривается установка на каждой секции трансформаторов напряжения с тремя вторичными обмотками:

- первая основная обмотка для питания цепей измерения и устройств релейной защиты и автоматики, работающая в классе точности 0,5;
- вторая основная обмотка для питания цепей учета электрической энергии, работающая в классе точности 0,5;
- дополнительная обмотка для питания цепей измерения и устройств релейной защиты и автоматики, работающая в классе точности 3,0.

Основная и дополнительные обмотки трансформатора напряжения защищаются от коротких замыканий во вторичных цепях отдельными автоматическими выключателями.

Организация цепей напряжения в ЗРУ-10 кВ выполняется непосредственно в ячейках ТН-10 кВ. Разводка цепей напряжения по ячейкам ЗРУ-10 кВ выполняется при помощи шинок, прокладываемых по всем ячейкам ЗРУ-10 кВ. Защита проектируемых ТН-10 кВ выполняется на базе микропроцессорных устройств.

Комплект защиты измерительного трансформатора напряжения 10 кВ реализует следующие функции:

- защита минимального напряжения (ЗМН);
- защита максимального напряжения обратной последовательности (ЗМНОП)
- защита от замыканий на землю (ЗЗ);
- контроль исправности вторичных цепей напряжения (КЦН);
- контроль наличия напряжения и отсутствия напряжения для АВР;
- отображение на ИЧМ измеренных и вычисленных электрических величин для функций РЗА;

- осцилографирование и регистрация аварийных событий.

9 Регистрация нормальных и аварийных событий

На ПС 110 кВ Луговая централизованный шкаф регистрации нормальных и аварийных режимов отсутствует. Реконструкция системы регистрации нормальных и аварийных событий данным проектом не предусматривается. Регистрация нормальных и аварийных режимов выполняется непосредственно в проектируемых микропроцессорных устройствах РЗА и ПА

10 Центральная сигнализация

В настоящее время на ПС 110 кВ Луговая сигнализация выполнена на переменном токе, на базе электромеханических реле.

Проектом предусматривается установка шкафа центральной сигнализации с применением микропроцессорного устройства регистрации аварийных и предупредительных сигналов в существующем ОПУ и переводом сигнализации на постоянный ток. Проектируемый шкаф центральной сигнализации предусматривается выполнить с двумя микропроцессорными устройствами и организацией четырех участков сигнализации, с возможностью синхронизации точного времени от внешнего сигнала.

Существующие и проектируемые устройства релейной защиты и автоматики предусматривается подключить по цепям сигнализации к проектируемому шкафу ЦС.

Объем регистрируемых сигналов ЦС прорабатывается на стадии рабочей документации.

11 Управление коммутационными аппаратами

В рамках данного проекта на ПС 110 кВ Луговая предусматривается выполнить управление выключателями и разъединителями проектируемого ОРУ-110 кВ и ЗРУ-10 кВ.

Управление выключателями 110 кВ и 10 кВ предусматривается выполнить:

– посредством устройств АСУ ТП;

– с проектируемых панелей управления в ОПУ (для выключателей ввода 110 кВ и 10 кВ силовых трансформа торов Т-1 и Т-2, и секционного выключателя 10 кВ);

– с панели непосредственно в ячейке присоединения ЗРУ-10 кВ.

12 Оперативная блокировка разъединителей

На ПС 110 кВ Луговая в рамках данного проекта, в соответствии с заданием на проектирование, предусматривается выполнение реконструкции существующей оперативной блокировки, с применением микропроцессорных устройств.

Установка шкафа ОБР предусматривается в проектируемом ОПУ.

В комплектацию шкафа входит:

- комплект питания ОБР;
- комплект ОБР.

Комплект питания оперативной блокировки состоит из двух блоков питания, обеспечивающих гальваническую развязку источников питания и цепей оперативной блокировки. Источниками питания являются щит постоянного тока (=220 В) и щит собственных нужд (~220 В).

Отдельные шинки питания ОБР организуются для каждой группы коммутационных аппаратов (КА) через автоматические выключатели. КА группируются по принадлежности к электрическим цепям главной схемы.

Комплект ОБР обеспечивает блокировку:

- коммутаций разъединителями токов нагрузки;
- включения разъединителей на включенные заземляющие ножи, неотделенные другими разъединителями;
- включения заземляющими ножами, неотделенными отключенными разъединителями со всех сторон, с которых может быть подано напряжение.

В составе комплекта ОБР содержатся:

- устройства, обеспечивающие сбор сигналов о включенном и отключенном состоянии КА;
- устройства, обеспечивающие выдачу управляющих воздействий на блокировочные замки;
- головное устройство, обеспечивающее логику работы и интеграцию в АСУ ТП подстанции.

Сигналы о состоянии КА снимаются с блок-контактов положения КА. При одновременном появлении сигналов включено, появляется сигнал «не достоверное положение КА». При одновременном появлении сигналов отключено, с выдержкой времени, появляется сигнал «недостоверное положение КА». При соблюдении условий деблокирования комплект ОБР подает напряжение на блокировочный замок КА, разрешая управление. При несоблюдении условий напряжение с блокировочных замков снято. В шкафу устанавливаются ключи аварийного деблокирования КА по числу шинок ОБР.

13 Анализ параметров настройки устройств РЗА в прилегающей сети 110 кВ

В рамках задания на проектирования в объеме основных технических решений рассматриваются параметры настройки существующих устройств РЗА прилегающей сети 110 кВ на предмет отстройки от КЗ за проектируемыми трансформаторами ПС 110 кВ Луговая, а также выполняется проверка обеспечения дальнего резервирования повреждений за трансформаторами ПС 110 кВ

Луговая.

Расчет выполняется с целью исключения неселективной работы устройств РЗА, проверки чувствительности, и оценки необходимости реконструкции устройств РЗА на смежных подстанциях.

Расчет выполнен в 794-24-18-ИОС1.2.РУ.

Вывод по результатам расчета: на основании выполненных расчетов на ПС 110 кВ Шелехово предлагается установить реле времени для защит: МТО и ТЗНП 1ст., также необходимо выполнить изменение уставок МТО, МТЗ и ТЗНП в соответствии с расчетом.

14 Выбор измерительных трансформаторов тока

Выбор и проверка трансформаторов тока, устанавливаемых на первом и втором этапах реконструкции ПС 110 кВ Луговая для присоединений ввода 110 и 10 кВ силовых трансформаторов Т-1 и Т-2 выполнен в Ю5-373-ИОС1.2.ТТ, результаты выбора приведены в таблице 14.1

Таблица 14.1. Минимальное время насыщения для правильной работы устройств РЗА

Изготовитель	Минимальное время насыщения, мс	
	Внутреннее КЗ	Внешнее КЗ
ОПП АО «РАДИУС Автоматика»	3	10
ООО «НПП Бреслер»	5	25
ООО НПП «ЭКРА»	10	30
ООО «Релематика»	5	7

Таблица 14.2 Расчетные параметры обмоток проектируемых трансформаторов тока для подключения устройств РЗА

Присоединение	Тип ТТ	Характеристики ТТ				Длина кабеля, м	Сечение кабеля, мм2	tнас(3), мс	tнас(1), мс
		Ктт	Класс точности	Sном, ВА	Кном				
Ввод 110 кВ Т-1	ТОГФ-110	800/5	10PR	40	25	71	10	∞	12
Ввод 10 кВ Т-1, 1СШ	ТПОЛ-10	3000/5	10PR	20	15	110	6	15	-
Ввод 10 кВ Т-1, 3СШ	ТПОЛ-10	3000/5	10PR	20	15	128	6	13	-
Ввод 110 кВ Т-2	ТОГФ-110	800/5	10PR	40	25	72	10	∞	14
Ввод 10 кВ Т-2, 2СШ	ТПОЛ-10	3000/5	10PR	20	15	118	6	15	-

Присоединение	Тип ТТ	Характеристики ТТ				Длина кабеля, м	Сечение кабеля, мм2	tнас(3), мс	tнас(1), мс
		Ктт	Класс точности	Sном, ВА	Кном				
Ввод 10 кВ Т-2, 4СШ	ТПОЛ-10	3000/5	10PR	20	15	137	6	13	-

15 Состав и объем устанавливаемых устройств РЗА

Настоящим проектом на ПС 110 кВ Луговая предусматривается установка шкафов вторичных соединений на ОРУ-110 кВ, устройств релейной защиты в ячейках ЗРУ-10 кВ и в существующем ОПУ, объем устанавливаемых шкафов и устройств приведен в Таблицах 15.1 и 15.2.

Таблица 15.1. Состав и объем устройств РЗА устанавливаемых на первом пусковом комплексе.

№ п/п	Наименование устройства	Кол-во, шт.
1	**2**	**3**
ПС 110 кВ Луговая		
ОПУ		
1	Шкаф резервной защиты и автоматики управления выключателем ввода ВН трансформатора, основной защиты первый комплект силового трансформатора, в составе:	1
	- комплект резервной защиты и автоматики управления выключателем ввода ВН трансформатора	
	- комплект дифференциальной токовой защиты первый комплект;	
2	Шкаф основной защиты второй комплект и автоматического регулирования напряжения силового трансформатора, в составе:	1
	- комплект дифференциальной токовой защиты второй комплект;	
	- комплект АРКТ трансформатора.	
3	Шкаф центральной сигнализации	1
4	Панель управления силовым трансформатором	2
ПС 110 кВ Шелехово		
ОПУ		
5	Реле времени	4

Таблица 15.2. Состав и объем устройств РЗА устанавливаемых на втором пусковом комплексе.

№ п/п	Наименование устройства	Кол-во, шт.
1	2	3
ПС 110 кВ Луговая		
ОПУ		
1	Шкаф резервной защиты и автоматики управления выключателем ввода ВН трансформатора, основной защиты первый комплект силового трансформатора, в составе:	1
	- комплект резервной защиты и автоматики управления выключателем ввода ВН трансформатора	
	- комплект дифференциальной токовой защиты первый комплект;	
2	Шкаф основной защиты второй комплект и автоматического регулирования напряжения силового трансформатора, в составе:	1
	- комплект дифференциальной токовой защиты второй комплект;	
	- комплект АРКТ трансформатора.	
ОРУ-110 кВ		
3	Шкаф промежуточных зажимов типа ШЗВ-120 (для выключателей и ОБР)	2
4	Шкаф промежуточных зажимов типа ШЗВ-120 (для трансформаторов тока)	2
5	Шкаф зажимов трансформатора напряжения (для цепей напряжения 110 кВ, 3-ех фазная группа)	2
6	Шкаф организации цепей напряжения 110 кВ	1
7	Шкаф оперативной блокировки разъединителей	1
ЗРУ-10 кВ		
8	Шкаф АОСЧ	2
9	- комплект АЧР 1к	
10	- комплект АЧР 2к	
11	Терминал защиты ввода 10 кВ (в комплекте с ячейкой)	4
12	Терминал защиты линии 10 кВ (в комплекте с ячейкой)	34
13	Терминал защиты линии К ТСН-10 кВ (в комплекте с ячейкой)	2
14	Терминал защиты секционного выключателя 10 кВ (в комплекте с ячейкой)	2
15	Терминал защиты трансформатора напряжения 10 кВ (в комплекте с ячейкой)	4
16	Терминал защиты линии к ДГР-10 кВ (в комплекте с ячейкой)	4

17	Устройство автоматики определения поврежденного фидера, устанавливается в ячейку секционного разъединителя 10 кВ (в комплекте с ячейкой)	4
18	Устройство контроля фидера, устанавливается в ячейку отходящей линии 10 кВ, одно устройство на фидер (в комплекте с ячейкой)	40
19	Шкаф управления ДГР на два устройства (в комплекте с ДГР)	2
20	Шкаф дуговой защиты на секцию шин (в комплекте с ячейками 10 кВ)	4

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в док.	Номер документа	Подпись	Дата
	изме-нённых	заме-нённых	новых	аннули-рованных				

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист	Наименование	Примечание
1	Ведомость графической части	
2	Схема распределения по ТТ и ТН устройств ИТС для первого пускового комплекса	
3	Схема распределения по ТТ и ТН устройств ИТС для второго пускового комплекса. Фрагмент 110 кВ	
4	Схема распределения по ТТ и ТН устройств ИТС для второго пускового комплекса. Фрагмент 10 кВ	
5	План расстановки существующего оборудования в существующем здании ОПУ	
6	План расстановки проектируемого оборудования в существующем здании ОПУ. 1 пусковой комплекс	
7	План расстановки проектируемого оборудования в существующем здании ОПУ. 2 пусковой комплекс	
8	План расстановки оборудования в существующем здании ЗРУ 10 кВ. 2 пусковой комплекс	
9	Структурно-функциональная схема. Основная защита трансформатора Т-1	
10	Структурно-функциональная схема. Основная защита трансформатора Т-2	
11	Структурно-функциональная схема. Резервная защита трансформатора Т-1	
12	Структурно-функциональная схема. Резервная защита трансформатора Т-2	
13	Структурно-функциональная схема. АРКТ трансформатора	
14	Структурно-функциональная схема. Автоматика управления выключателем ввода 110 кВ, УРОВ	
15	Структурно-функциональная схема. АЧР и ЧАПВ 10 кВ	
16	Структурно-функциональная схема. Защита и АУВ ввода 10 кВ	
17	Структурно-функциональная схема. Защита и АУВ секционного выключателя 10 кВ	
18	Структурно-функциональная схема. Защита и АУВ линии 10 кВ	
19	Структурно-функциональная схема. Защита трансформатора напряжения 10 кВ	

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

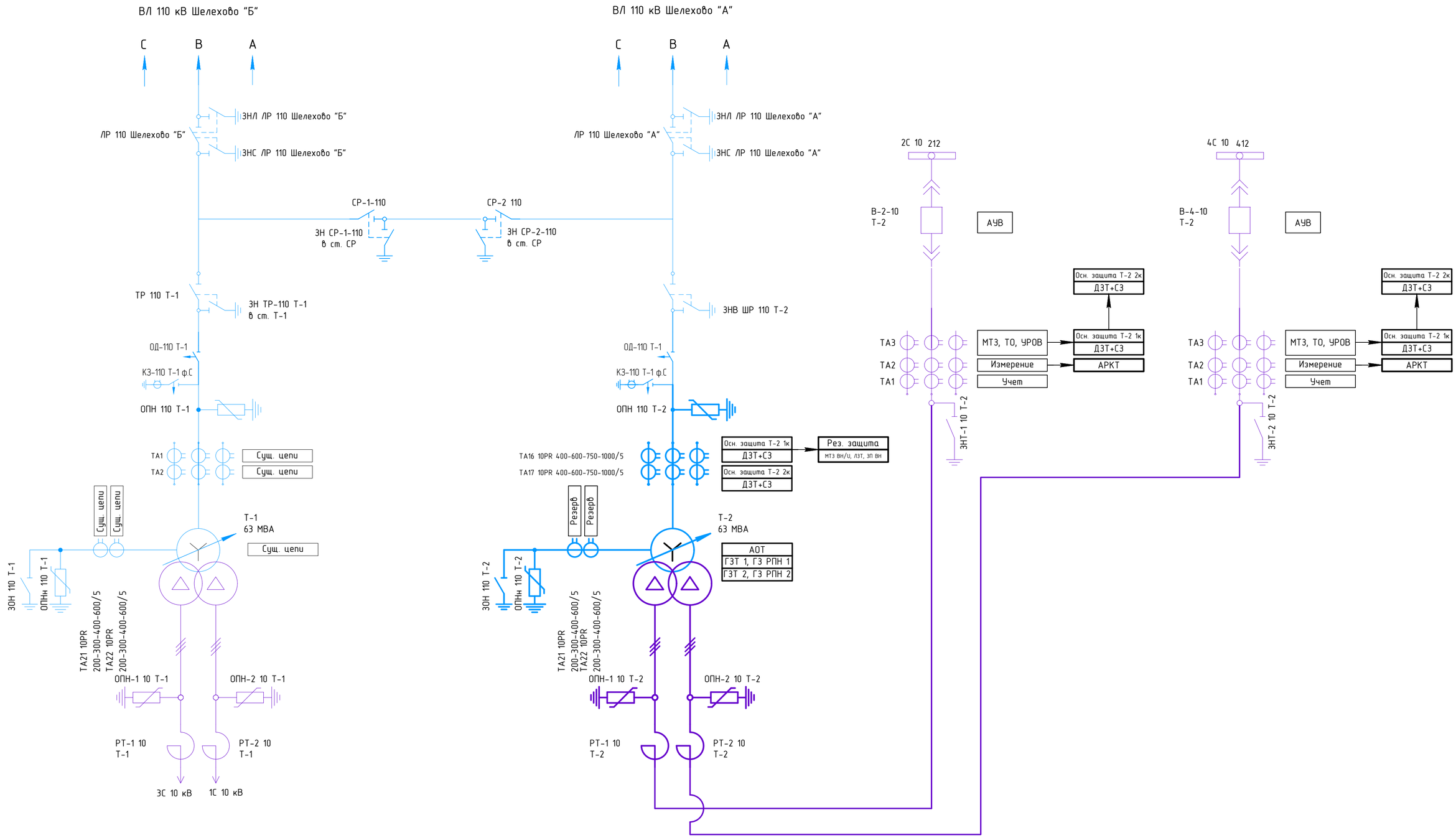
Стадия	Лист	Листов
П	1	19

Ведомость графической части

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Инв.№

Формат А4



1. Оборудование и устройства устанавливаемые на первом пусковом комплексе выделены утолщенной линией

						Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ		
						«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата			
Разраб.		Вагнер			05.26	Релейная защита, автоматика и вторичные соединения	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Химич			05.26		П	2	
Н.контр.		Артемова			05.26	Схема распределения по ТТ и ТН устройств ИТС ПС 110 кВ Луговая для первого пускового комплекса. ОРУ 110 кВ	ООО "Томскэлектросетьпроект"	
ГИП		Ершов			05.26			

Согласовано

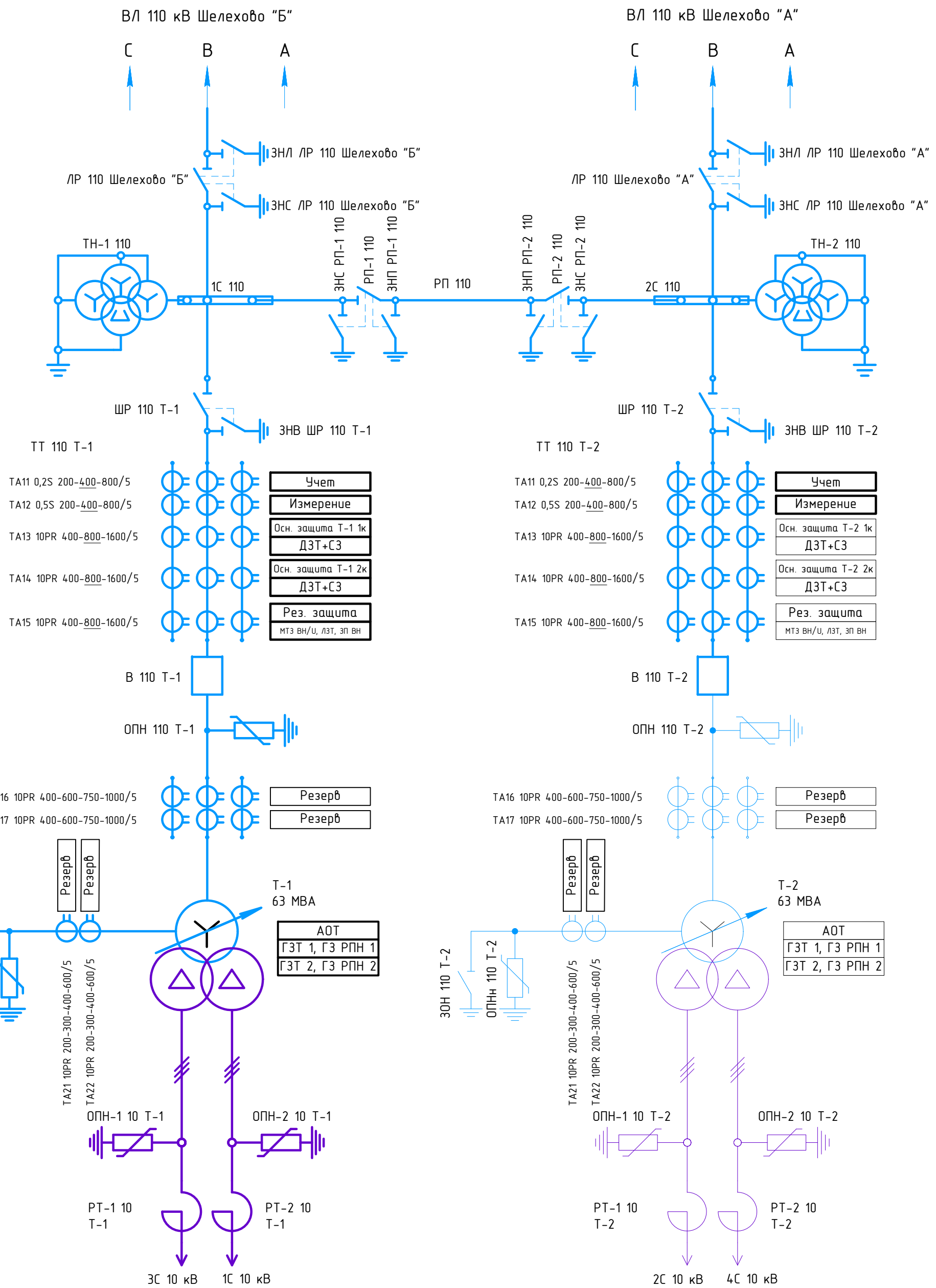
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Инв.№

Формат А2



1. Оборудование и устройства устанавливаемые на первом пусковом комплексе выделены тонкой линией
2. Оборудование и устройства устанавливаемые на втором пусковом комплексе выделены утолщенной линией

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

Стадия	Лист	Листов
П	3	

Схема распределения по ТТ и ТН устройств ИТС ПС 110 кВ Луговая для второго пускового комплекса. ОРУ 110 кВ

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Инв.№

Формат А3

1. Оборудование и устройства устанавливаемые на первом пусковом комплексе выделены тонкой линией
2. Оборудование и устройства устанавливаемые на втором пусковом комплексе выделены утолщенной линией

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ
						«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»
Разраб.		Вагнер			05.26	Релейная защита, автоматика и вторичные соединения
Пров.		Химич			05.26	Стадия: П; Лист: 4; Листов:
Н.контр.		Артемова			05.26	Схема распределения по ТТ и ТН устройств ИТС ПС 110 кВ Луговая для второго пускового комплекса . ЗРУ 10 кВ
ГИП		Ершов			05.26	ООО "Томскэлектросетьпроект"

Инв.№

Формат А3х5

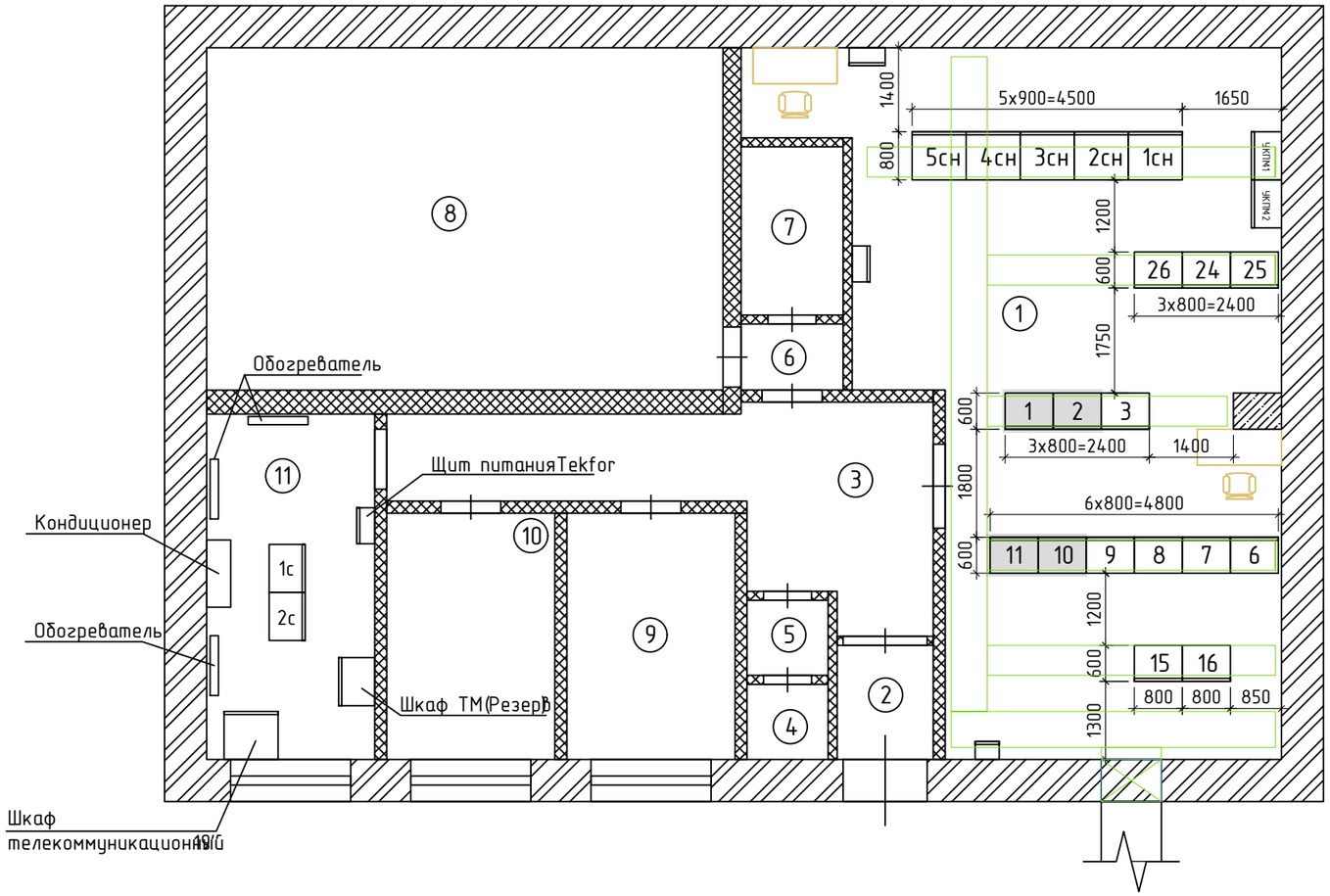
Взам. инв.№

Подп. и дата

Инв.№ подл.

Согласовано

План существующего здания ОПУ



Перечень существующих панелей

Номер по плану	Наименование	Примечание
1	Центральная сигнализация	Демонтаж 1 ПК
2	Т-1, Т-2, панель регулирования	Демонтаж 1 ПК
3	ТН-10 кВ, СВ-1-10, СВ-2-10	Демонтаж 2 ПК
4	-	
5	-	
6	Т-1	Демонтаж 2 ПК
7	Т-1	Демонтаж 2 ПК
8	Т-1, Т-2	Демонтаж 2 ПК
9	Т-1, Т-2 (регулирование)	Демонтаж 2 ПК
10	Т-2	Демонтаж 1 ПК
11	Т-2	Демонтаж 1 ПК
15	Контроль изоляции выпрямленного тока	Демонтаж 2 ПК
16	Т-1, Т-2 (центральная сигнализация)	Демонтаж 2 ПК
24	Панель выпрямительных устройств	Демонтаж 2 ПК
25	Панель выпрямительных устройств	Демонтаж 2 ПК
26	Панель выпрямительных устройств	Демонтаж 2 ПК
1сн	Линии	Демонтаж 2 ПК
2сн	Ввод-0,4 кВ, ТСН-1	Демонтаж 2 ПК
3сн	СА-0,4 кВ (АВР)	Демонтаж 2 ПК
4сн	Ввод-0,4 кВ, ТСН-2	Демонтаж 2 ПК
5сн	Линии	Демонтаж 2 ПК
1с	Шкаф ГП	Демонтаж 2 ПК
2с	Шкаф ССПИ	Демонтаж 2 ПК

Таблица условных обозначений

Обозначение	Наименование
	Проем в стене для выхода силовых и контрольных кабелей из здания ОПУ на открытую часть ПС
	Кабельные каналы для прокладки силовых и контрольных кабелей в существующем полу

Экспликация помещений

Номер по плану	Наименование	Площадь, м2^	Кат. помещения	Темпера-тура, °С
1	Помещение ОПУ	78,7	В2	+18...+25
2	Тамбур	3,0	-	+5...+30
3	Коридор	18,9	-	+5...+30
4	Бытовое помещение	1,2	-	+18...+25
5	Бытовое помещение	1,4	-	+18...+25
6	Служебное помещение	2,4	-	+18...+25
7	Служебное помещение	4,7	-	+18...+25
8	Слесарная	49,0	-	+5...+30
9	Бытовое помещение	11,2	-	+18...+25
10	Бытовое помещение	11,2	-	+18...+25
11	Комната связи	16,0	В4	+18...+25

Примечания:
1. План ОПУ разработан на основании технического паспорта и исходных данных, полученных от Заказчика.
2. Проектируемое оборудование реконструируемой части подстанции выполнено сплошными утолщенными линиями, существующее-сплошными тонкими.
3. Существующие шкафы демонтируемые на 1 пусковом комплексе затонированы серым цветом.
4. Сейсмическая активность района строительства составляет 8 баллов шкалы MSK-64.
5. Высота внутри помещения ОПУ в свету не менее 4000 мм.
6. Впомещении ОПУ предусмотрен существующий фальшпол.
7. Размеры, отмеченные *, могут быть уточнены при дальнейшем проектировании.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

Стадия	Лист	Листов
П	5	

План расстановки существующего оборудования в существующем здании ОПУ

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Согласовано

Взам. инв. №

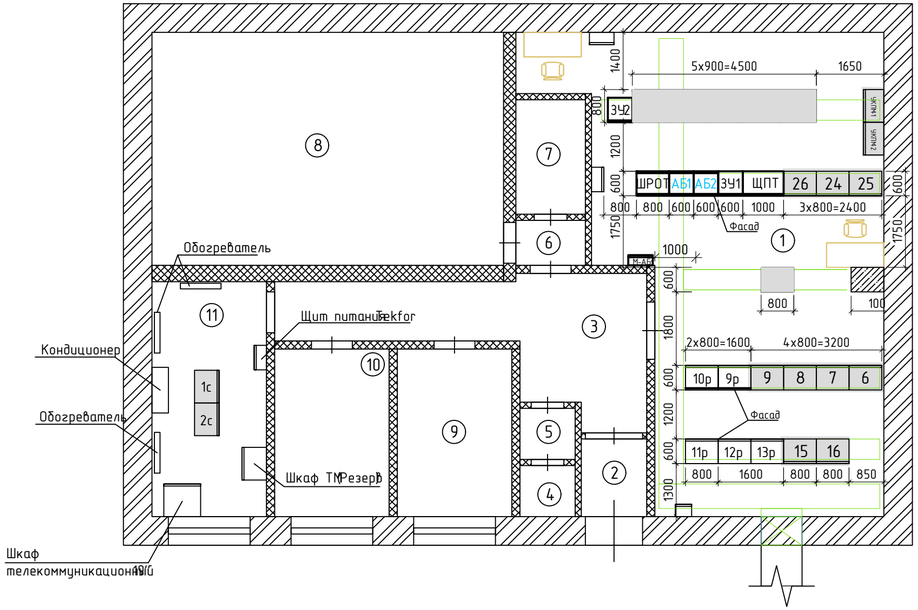
Подп. и дата

Инв. № подл.

Инв.№

Формат А3

План существующего здания ОПУ



Перечень существующих панелей

Номер по плану	Наименование	Примечание
3	ТН-10 кВ, СВ-1-10, СВ-2-10	Демонтаж 2 ПК
6	Т-1	Демонтаж 2 ПК
7	Т-1	Демонтаж 2 ПК
8	Т-1, Т-2	Демонтаж 2 ПК
9	Т-1, Т-2 (регулирование)	Демонтаж 2 ПК
15	Контроль изоляции выпрямленного тока	Демонтаж 2 ПК
16	Т-1, Т-2 (центральная сигнализация)	Демонтаж 2 ПК
24	Панель выпрямительных устройств	Демонтаж 2 ПК
25	Панель выпрямительных устройств	Демонтаж 2 ПК
26	Панель выпрямительных устройств	Демонтаж 2 ПК
1сн	Линии	Демонтаж 2 ПК
2сн	Ввод-0,4 кВ, ТСН-1	Демонтаж 2 ПК
3сн	СА-0,4 кВ (АВР)	Демонтаж 2 ПК
4сн	Ввод-0,4 кВ, ТСН-2	Демонтаж 2 ПК
5сн	Линии	Демонтаж 2 ПК
УКПМ	Устройства питания выпрямленным током УКПМ-1, УКПМ-2	Демонтаж 2 ПК
1с	Шкаф ГП	Демонтаж 2 ПК
2с	Шкаф ССПИ	Демонтаж 2 ПК

Перечень проектируемых панелей (1 ПК)

Номер по плану	Наименование	Примечание
9р	Шкаф основной защиты 2й комплект и АРН трансформатора Т-2	Монтаж 1 ПК
10р	Шкаф резервной защиты и АУВ 110 кВ, основной защиты 1й комплект трансформатора Т-2	Монтаж 1 ПК
11р	Центральная сигнализация	Монтаж 1 ПК
12р	Панель управления трансформатором Т-2	Монтаж 1 ПК
13р	Панель управления трансформатором Т-1	Монтаж 1 ПК
АБ1, АБ2	Шкаф аккумуляторных батарей	Монтаж 1 ПК
ЩПТ	Щит постоянного тока	Монтаж 1 ПК
ЗУ1	Шкаф выпрямительно-зарядного устройства №1	Монтаж 1 ПК
ЗУ2	Шкаф выпрямительно-зарядного устройства №2	Монтаж 1 ПК
ШРОТ	Шкаф распределения оперативного тока	Монтаж 1 ПК
М-АБ	Шкаф мониторинга аккум. батареи	Монтаж 1 ПК

Экспликация помещений

Номер по плану	Наименование	Площадь, м2	Кат. помещения	Температура, °С
1	Помещение ОПУ	78,7	В2	+18...+25
2	Тамбур	3,0	-	+5...+30
3	Коридор	18,9	-	+5...+30
4	Бытовое помещение	1,2	-	+18...+25
5	Бытовое помещение	1,4	-	+18...+25
6	Служебное помещение	2,4	-	+18...+25
7	Служебное помещение	4,7	-	+18...+25
8	Слесарная	49,0	-	+5...+30
9	Бытовое помещение	11,2	-	+18...+25
10	Бытовое помещение	11,2	-	+18...+25
11	Комната связи	16,0	В4	+18...+25

Таблица условных обозначений

Обозначение	Наименование
	Проем в стене для выхода силовых и контрольных кабелей из здания ОПУ на открытую часть ПС
	Кабельные каналы для прокладки силовых и контрольных кабелей в существующем полу

Примечания:

1. Проектируемое оборудование реконструируемой части на данном пусковом комплексе выполнено сплошными утолщенными линиями, существующее-сплошными тонкими.
2. Существующие шкафы демонтируемые на 2 пусковом комплексе затонированы серым цветом.
3. Высота внутри помещения ОПУ в свету не менее 4000 мм.
4. Впомещении ОПУ предусмотрен существующий фальшпол.
5. Размещение проектируемых шкафов и панелей предусматривается на свободные резервные места и взамен существующих демонтируемых панелей.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

Стадия	Лист	Листов
П	6	

План расстановки проектируемого оборудования в существующем здании ОПУ. 1 пусковой комплекс

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Согласовано

Взам. инв. №

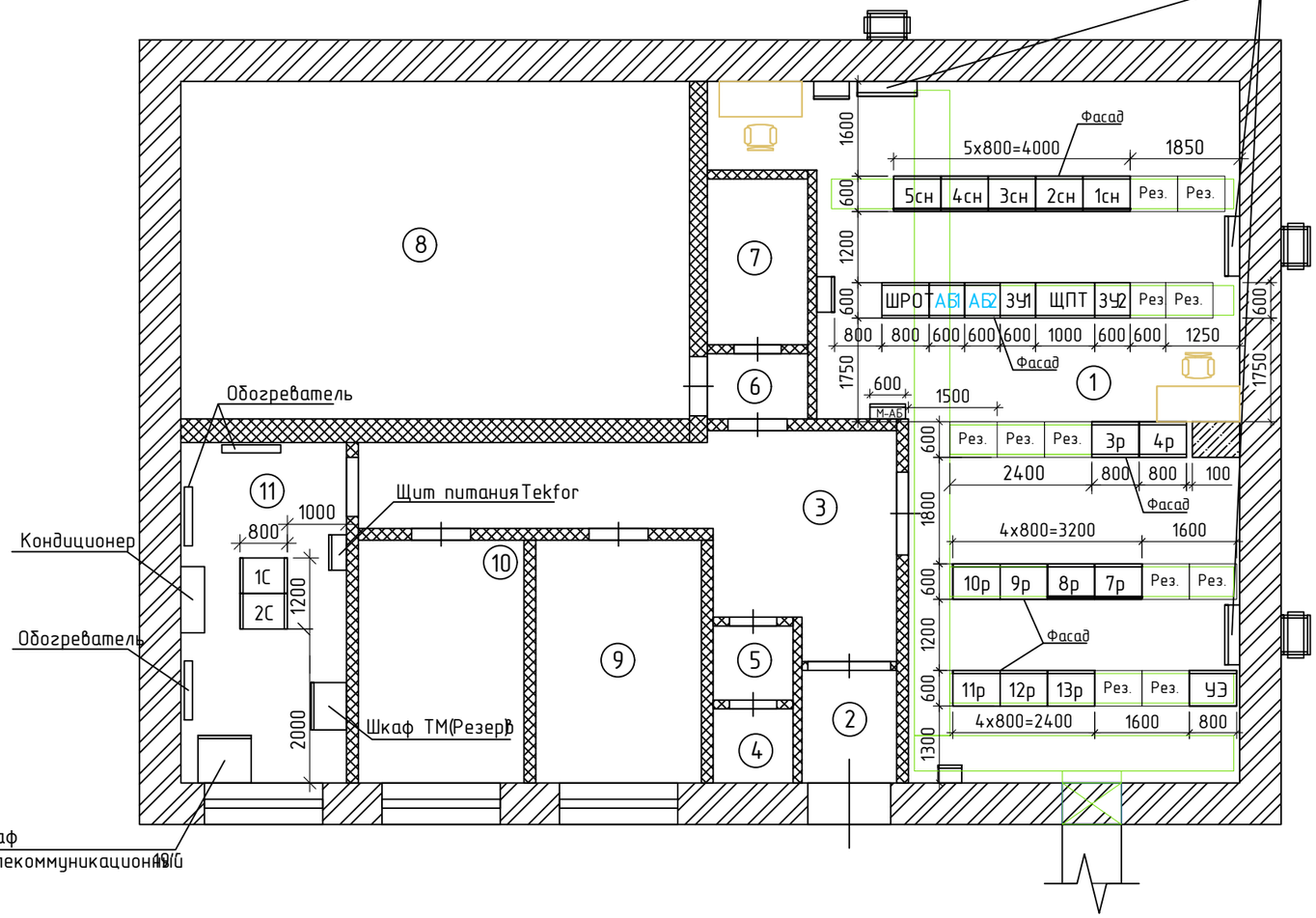
Подп. и дата

Инв. № подл.

Инв.№

Формат А4х3

План существующего здания ОПУ



Перечень проектируемых панелей (2ПК)

Номер по плану	Наименование	Примечание
3р	Шкаф организации цепей напряжения 110 кВ	Монтаж 2 ПК
4р	Шкаф оперативной блокировки разъединителей	Монтаж 2 ПК
7р	Шкаф основной защиты 2й комплект и АРН трансформатора Т-1	Монтаж 2 ПК
8р	Шкаф резервной защиты и АУВ 110 кВ, основной защиты первый комплект силового трансформатора Т-1	Монтаж 2 ПК
9р	Шкаф основной защиты 2й комплект и АРН трансформатора Т-2	Смонтирован 1 ПК
10р	Шкаф резервной защиты и АУВ 110 кВ, основной защиты 1й комплект трансформатора Т-2	Смонтирован 1 ПК
11р	Центральная сигнализация	Смонтирован 1 ПК
12р	Панель управления трансформатором Т-2	Смонтирован 1 ПК
13р	Панель управления трансформатором Т-1	Смонтирован 1 ПК
УЭ	Шкаф УСПД АИИСКУЭ	Монтаж 2 ПК
1сн	Шкаф отходящих линий СН 0,4 кВ (1с 0,4 кВ)	Монтаж 2 ПК
2сн	Шкаф отходящих линий СН 0,4 кВ (1с 0,4 кВ)	Монтаж 2 ПК
3сн	Шкаф ввода и секционирования 0,4 кВ (ТСН-1, ТСН-2, СВ-0,4 кВ ЩСН (АВР))	Монтаж 2 ПК
4сн	Шкаф отходящих линий СН 0,4 кВ (2с 0,4 кВ)	Монтаж 2 ПК
5сн	Шкаф отходящих линий СН 0,4 кВ (2с 0,4 кВ)	Монтаж 2 ПК
АБ1	Шкаф аккумуляторных батарей №1	Смонтирован 1 ПК
АБ2	Шкаф аккумуляторных батарей №2	Смонтирован 1 ПК
ЩПТ	Щит постоянного тока	Смонтирован 1 ПК
ЗУ1	Шкаф выпрямительно-зарядного устройства №1	Смонтирован 1 ПК
ЗУ2	Шкаф выпрямительно-зарядного устройства №2	Смонтирован 1 ПК.Перенос 2 ПК
ШРОТ	Шкаф распределения оперативного тока	Смонтирован 1 ПК
М-АБ	Шкаф мониторинга аккум. батареи	Смонтирован 1 ПК
1С	Шкаф гарантированного питания	Монтаж 2 ПК
2С	Шкаф ССПИ	Монтаж 2 ПК

Таблица условных обозначений

Обозначение	Наименование
	Проем в стене для выхода силовых и контрольных кабелей из здания ОПУ на открытую часть ПС
	Кабельные каналы для прокладки силовых и контрольных кабелей в существующем полу

Экспликация помещений

Номер по плану	Наименование	Площадь, м2^	Кат. помещения	Темпера-тура, °С
1	Помещение ОПУ	78,7	В2	+18...+25
2	Тамбур	3,0	-	+5...+30
3	Коридор	18,9	-	+5...+30
4	Бытовое помещение	1,2	-	+18...+25
5	Бытовое помещение	1,4	-	+18...+25
6	Служебное помещение	2,4	-	+18...+25
7	Служебное помещение	4,7	-	+18...+25
8	Слесарная	49,0	-	+5...+30
9	Бытовое помещение	11,2	-	+18...+25
10	Бытовое помещение	11,2	-	+18...+25
11	Комната связи	16,0	В4	+18...+25

Примечания:

1. Проектируемое оборудование реконструируемой части на данном пусковом комплексе выполнено сплошными утолщенными линиями, существующее-сплошными тонкими.
2. Высота внутри помещения ОПУ в свету не менее 4000 мм.
3. В помещении ОПУ предусмотрен существующий фальшпол.
4. Размещение проектируемых шкафов и панелей предусматривается на свободные резервные места и взамен существующих демонтируемых панелей.
5. В помещении ОПУ, для поддержания заданного температурного режима в летнее время, предусматривается установка сплит-системы кондиционирования. Оборудование системы кондиционирования на плане показано условно и их размещение уточняется при дальнейшем проектировании.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

Стадия	Лист	Листов
П	7	

План расстановки проектируемого оборудования в существующем здании ОПУ. 2 пусковой комплекс

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Согласовано

Взам. инв. №

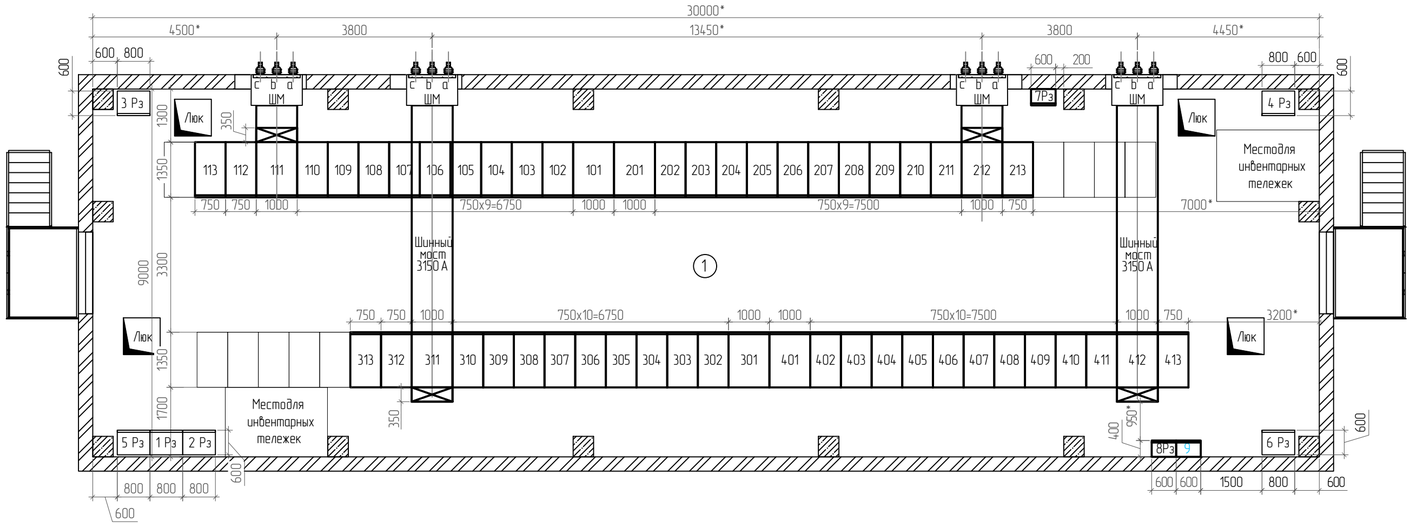
Подп. и дата

Инв. № подл.

Инв.№

Формат А3

План существующего ЗРУ 10 кВ



Экспликация помещений

Номер по плану	Наименование	Площадь, м2^	Кат. помещения	Темпера-тура, ^С
1	Помещение КРУ 10 кВ	266	В4	+5...+30

Перечень проектируемых шкафов РЗА

Номер по плану	Наименование	Примечание
1Рз	Шкаф управления ДГР 1СШ-2СШ	Монтаж 2 ПК
2Рз	Шкаф управления ДГР 3СШ-4СШ	Монтаж 2 ПК
3Рз	Шкаф дуговых защит 1СШ 10 кВ (навесной)	Монтаж 2 ПК
4Рз	Шкаф дуговых защит 2СШ 10 кВ (навесной)	Монтаж 2 ПК
5Рз	Шкаф дуговых защит 3СШ 10 кВ (навесной)	Монтаж 2 ПК
6Рз	Шкаф дуговых защит 4СШ 10 кВ (навесной)	Монтаж 2 ПК
7Рз	Шкаф АЧР 1СШ-2СШ 10 кВ	Монтаж 2 ПК
8Рз	Шкаф АЧР 3СШ-4СШ 10 кВ	Монтаж 2 ПК
9	Шкаф УСПД (навесной)	Монтаж 2 ПК

Условные обозначения

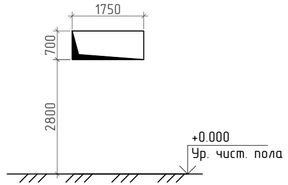
- проектируемый шкаф КРУ 10 кВ;
фасад

- проектируемый шкаф РЗА;
фасад

Примечания:

1. План ЗРУ 10 кВ разработан на основании технического паспорта и исходных данных, полученных от Заказчика.
2. Проектируемоеоборудованиереконструируемой части подстанции на данном пусковом комплексе выполнено сплошными утолщенными линиями, существующее-сплошными тонкими.
3. Оборудование устанавливаемое во 2 ПК затонированно серым цветом.
4. Сейсмическая активность района строительства составляет 8 баллов шкалы MSK-64.
5. Высота внутри помещения ЗРУ 10 кВ в свету не менее 4500 мм.
6. Размеры ШМ уточняются и поставляются заводом-изготовителем КРУ 10 кВ.
7. Вздании предусматриваются места для ввода/вывода кабелей в полу (основании).
8. Размеры, отмеченные *, могут быть уточнены при дальнейшем проектировании.

Существующие проемы в 1ВРКВ для проходных изоляторов



Ведомость проектируемого оборудования ЗРУ 10 кВ (2ПК)

Номер	Наименование	Количество	Примечание
111, 212, 311,412	Ячейка КРУ кассетного типа: Ввод 10 кВ с вакуумным выключателем, Iн=3150А.	4	
112, 213, 312,413	Ячейка КРУ кассетного типа: Трансформатор напряжения 10 кВ	4	
101, 301	Ячейка КРУ кассетного типа: Секционный выключатель 10 кВ с вакуумным выключателем, Iн=3150А.	2	
201, 401	Ячейка КРУ кассетного типа: Секционный разъединитель 10 кВ, Iн=3150А.	2	
-	Ячейка КРУ кассетного типа: Кабельная линия 10 кВ (отходящий фидер) с вакуумным выключателем, Iн=1000 А.	40	
ШМ	Шинный мост с проходными изоляторами 10 кВ, Iн=3150 А.	4	комплект

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

Стадия	Лист	Листов
П	8	

План расстановки оборудования в существующем здании ЗРУ 10 кВ. 2 пусковой комплекс

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Инв.№

Формат А4х3

Аналоговые цепи ИЭУ 1

ТТ-110 Т-1 (Ток ВН)	SG1	ДЗТ
Резерв	SG2	ЗП
ЗРУ 10 кВ. Яч. 311. В-3-10 Т-1	SG3	ЗПО
		БНН (НН)
ЗРУ 10 кВ. Яч. 111. В-1-10 Т-1	SG4	БНН (НН)
ТТ встроенные в нейтраль Т-1 (Ток РЗН1)	SG5	БНН (НН)
		БНН (НН)
Резерв	SG6	КОН Т
ЗРУ 10 кВ. Яч. 112. ТН-1 (Напряжение НН1)	SG7	ТК ЗДЗ
		ТЗНП РЗН1
ЗРУ 10 кВ. Яч. 312. ТН-3 (Напряжение НН2)	SG8	ТЗНП РЗН2
		МТЗ/U НН
		МТЗ/U НН
		МТЗ/U ВН
Резерв	SG9	ТЗНП ВН
Резерв	SG10	ПО УРОВ НН
		РТПО
		Блокировка РПН
		ЗНР
		КИ НН
		КИ НН

Функциональные клавиши

ФК	Управление ИЭУ	ИЭУ1
ФК	Группа уставок	
ФК	Режим работы ГЗ	ГЗ
ФК	Режим работы ГЗ РПН	ГЗ РПН
ФК	ДЗТ	ДЗТ
ФК	Сброс блокировки ГЗ, ТЗ	ТЗ Т, ГЗ Т, ГЗ РПН

П. (УРОВ В-110-Т-1)
ЗРУ 10 кВ. Яч. 111. В-1-10 Т-1 (УРОВ В-1-10 Т-1)
ЗРУ 10 кВ. Яч. 311. В-3-10 Т-1 (УРОВ В-3-10 Т-1)
ЗРУ 10 кВ. Яч. 111. В-1-10 Т-1 (ЗДЗ В-1-10 Т-1)
ЗРУ 10 кВ. Яч. 311. В-3-10 Т-1 (ЗДЗ В-3-10 Т-1)

Внешнее отключение

Вход	
	Отключение с запретом АПВ
	Отключение без запретом АПВ
	Пуск УРОВ

ТЗ, ЗПО

Трансформатор. Технологические сигналы

Автоматика охлаждения, Технологические сигналы

Аварийная температура масла	Срабатывание
Аварийная температура обмотки	
Повышение температуры масла	
Повышение температуры обмотки	
Отказ системы охлаждения	
Неисправность системы охлажд.	
Отключения от ШАОТ	
Фиксация неисправ. цепей сиг. "ТЗ.Тав.Обмотки"	
Фиксация неисправ. цепей сиг. "ТЗ.Тав.Масла"	

КИ ТЗ

Неисправ. цепей приема сиг. "ТЗ.Тав.Масла"	
Неисправ. цепей приема сиг. "ТЗ.Тав.Обмотки"	

ГЗ Т, ГЗ РПН

Трансформатор. Сигналы от газового реле

РПН Т. Сигнал от струйного реле

Сраб. сигнальной ступени	Срабатывание ГЗ
Сраб. отключающ. ступени	Срабатывание ГЗ РПН
Сраб. струйного реле РПН	
Фиксация неисправ. цепей сиг. "ГЗ_РПН.откл"	
Фиксация неисправ. цепей сиг. "ГЗ.откл"	

КИ ГЗ

Неисправ. цепей приема сиг. "ГЗ.откл"	
Неисправ. цепей приема сиг. "ГЗ_РПН.откл"	

ЗНР

АУВ В-110 Т-1

Положение В	Срабатывание
Срабатывание ЗНФ В	
Положение ОВ	
Срабатывание ЗНФ ОВ	

МТЗ/U ВН

АУВ ввода НН1

АУВ ввода НН2

Положение выключателей ввода секций НН, СН	Срабатывание

МТЗ/U (НН, СН)

Положение выключателей ввода секций НН, СН	Срабатывание

МТЗ/U (НН, СН)

Положение выключателей ввода секций НН, СН	Срабатывание
	Деление

ТЗНП ВН

Резервные защиты смежного Т

Отключение от ТЗНП смежного Т	Отключение ВН смеж. Т
	Отключение Т
	Деление ВН

Логика деления ВН

Пуск	Деление
	Отключение ВН Т

ТЗНП РЗН1

	Срабатывание

ТЗНП РЗН2

	Срабатывание

ДЗТ

	Срабатывание

Логика отключения В ВН

Пуск	Отключение	SA1	АУВ В-110 Т-1
	Запрет АПВ	SA2	
	Пуск УРОВ		

Логика отключения ОВ (В2) ВН

Пуск	Отключение	SA3	Резерв
	Запрет АПВ	SA4	
	Пуск УРОВ		

Логика отключения В (НН, СН)

Пуск	Отключение	SA5	Резерв
	Запрет АПВ	SA6	
	Пуск УРОВ		

Логика отключения В (НН, СН)

Пуск	Отключение	SA7	Резерв
	Запрет АПВ	SA8	
	Пуск УРОВ		

Логика отключения В НН1

Пуск	Отключение	SA9	АУВ В-1-10 Т-1
	Запрет АПВ		
	Запрет АВР		

Логика отключения В НН2

Пуск	Отключение	SA10	АУВ В-3-10 Т-1
	Запрет АПВ		
	Запрет АВР		

ПО УРОВ НН

Пуск	Срабатывание	SA2	АУВ В-110 Т-1
		SA4	Резерв
		SA6	Резерв
		SA8	Резерв

Логика пуска ПТ

Пуск	Пуск пожаротушения	SA15	АПТ

КОН АТ

	Срабатывание		

Логика действия на ОК

Пуск	Закрытие ОК	SA16	Отсечной клапан

РТПО

	Пуск охлаждения

Автоматика охлаждения

Блокировка РПН

	Блокировка

АРКТ, РПН

ТК ЗДЗ

	Срабатывание ТК НН
Срабатывание ТК СН	

ЗДЗ НН

Резерв

SA14 — Резерв

SA11 — Резервные защиты смежного Т

Логика отключения выключателей схемы деления ВН

Пуск	Отключение (ЭМО1, ЭМО2)	SA12	Резерв
		SA13	Резерв

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Цветовая кодировка цепей

- Срабатывание защит, отключение, включение
- Функциональная клавиша
- Внутренние информационные сигналы
- Внешние информационные сигналы
- Цепи тока
- Цепи напряжения

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

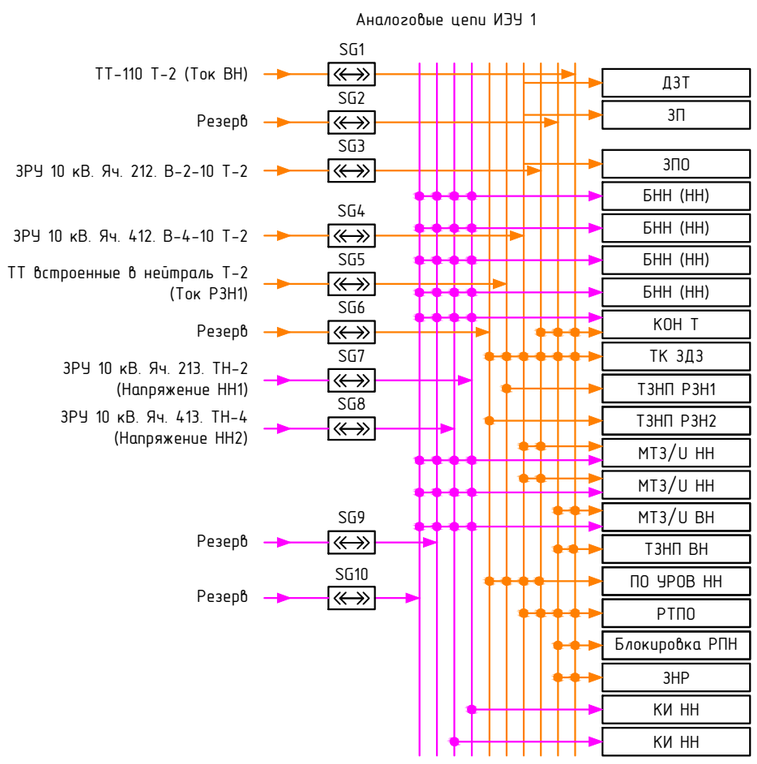
Стадия	Лист	Листов
П	9	

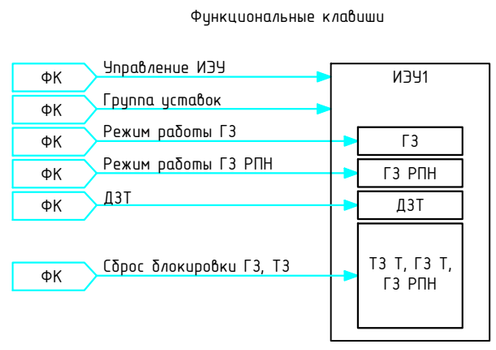
Структурно-функциональная схема. Основная защита трансформатора Т-2

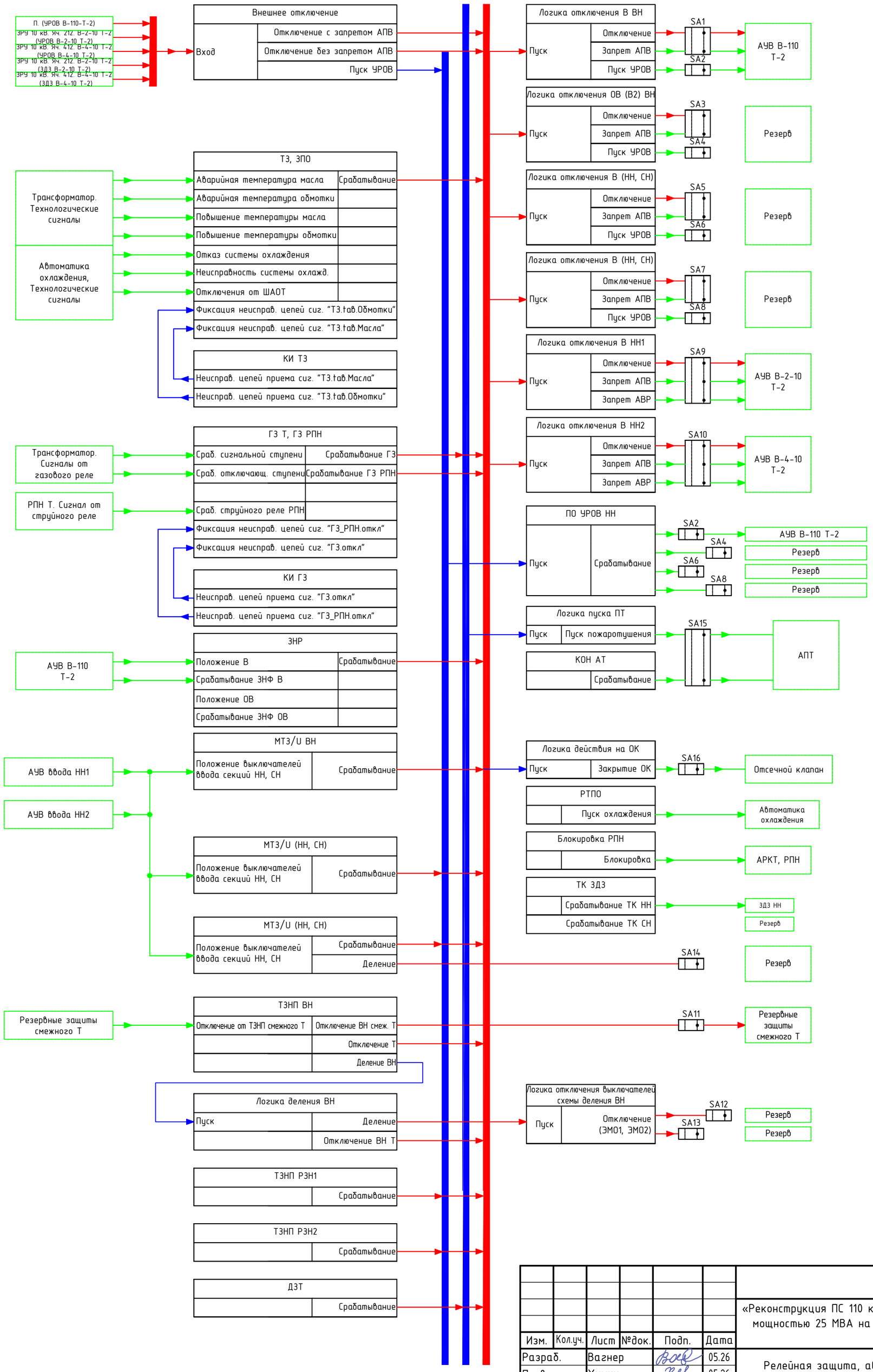
ООО "Томскэлектросетьпроект"

Инв.№

Формат А2







Цветовая кодировка цепей

- Срабатывание защит, отключение, включение
- Функциональная клавиша
- Внутренние информационные сигналы
- Внешние информационные сигналы
- Цепи тока
- Цепи напряжения

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

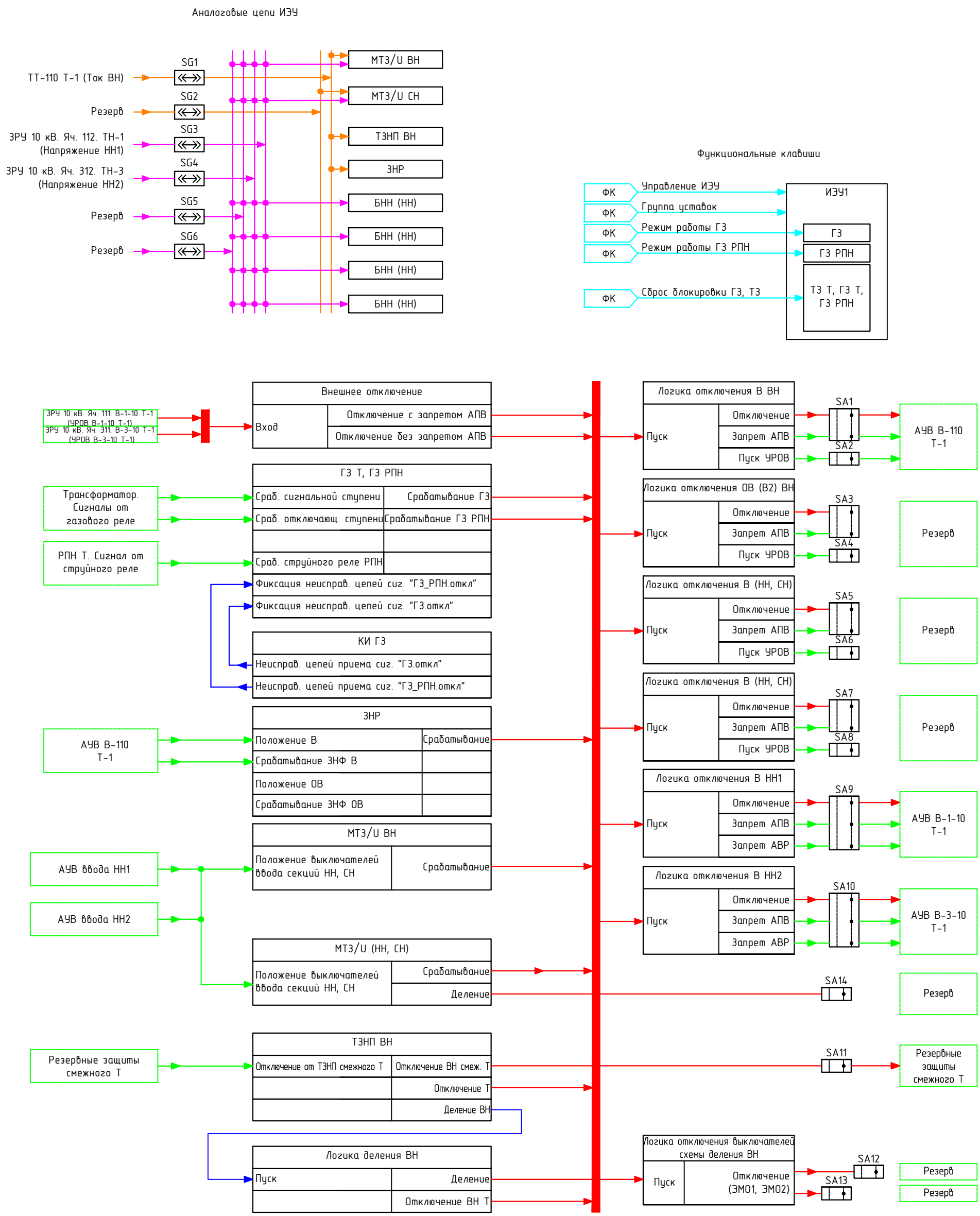
Стадия	Лист	Листов
П	10	

Структурно-функциональная схема. Основная защита трансформатора Т-2

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Инв.№

Формат А2



Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Цветовая кодировка цепей

- Срабатывание защит, отключение, включение
- Функциональная клавиша
- Внутренние информационные сигналы
- Внешние информационные сигналы
- Цепи тока
- Цепи напряжения

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

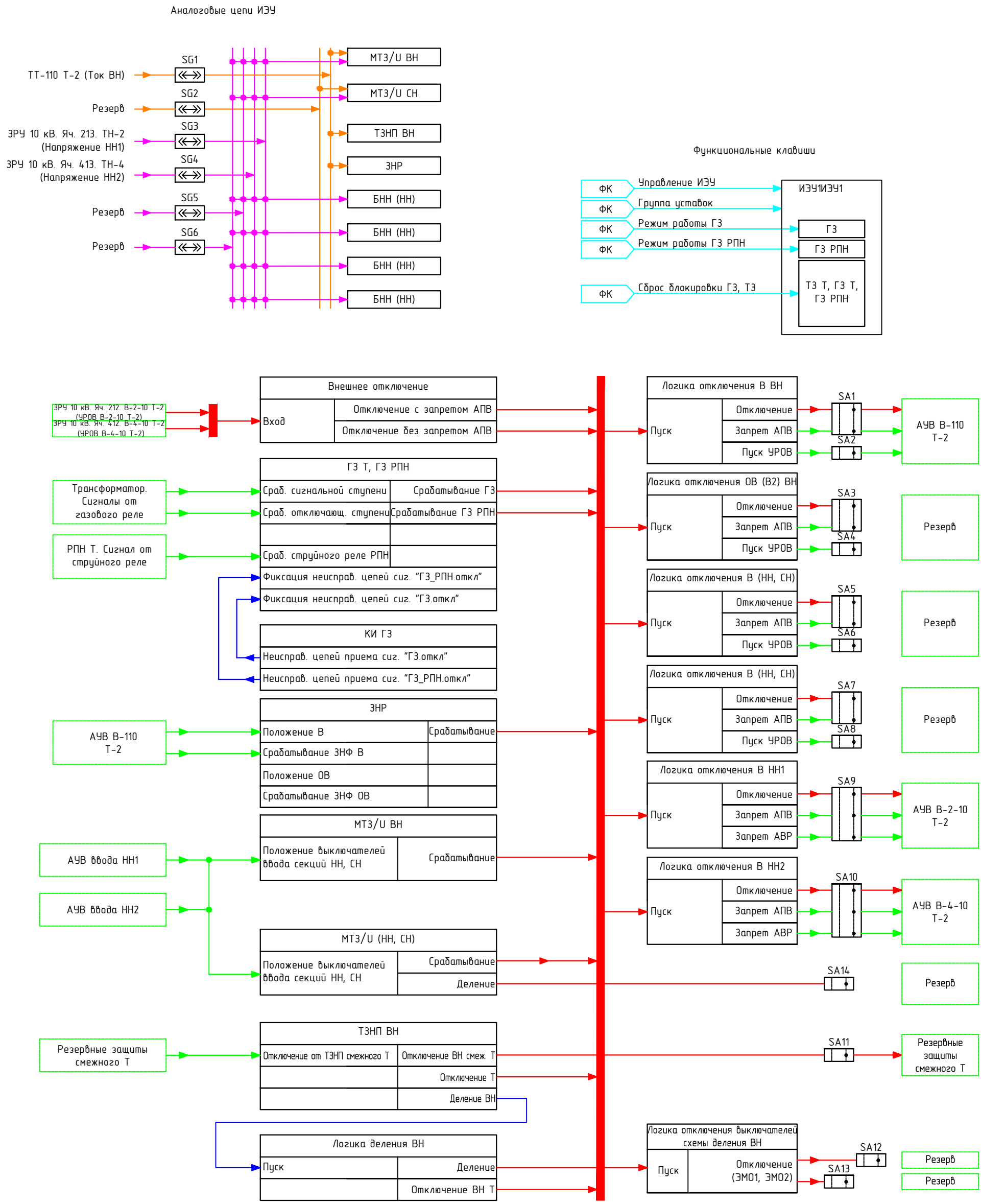
Стадия	Лист	Листов
П	11	

Структурно-функциональная схема. Резервная защита трансформатора Т-1

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Инв.№

Формат А3



Цветовая кодировка цепей

- Срабатывание защит, отключение, включение
- Функциональная клавиша
- Внутренние информационные сигналы
- Внешние информационные сигналы
- Цепи тока
- Цепи напряжения

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

Стадия	Лист	Листов
П	12	

Структурно-функциональная схема. Резервная защита трансформатора Т-2

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Согласовано

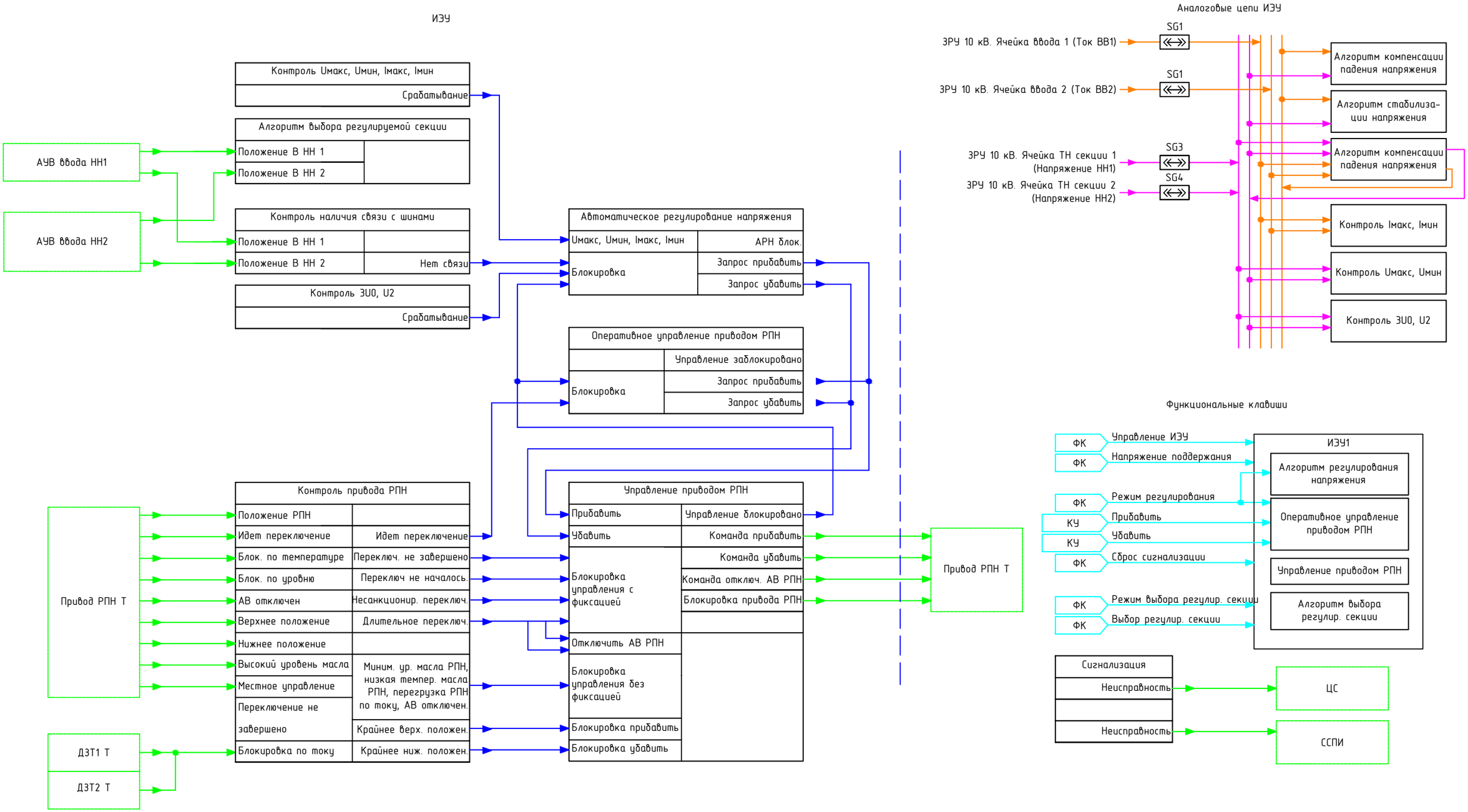
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Инв.№

Формат А3



Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

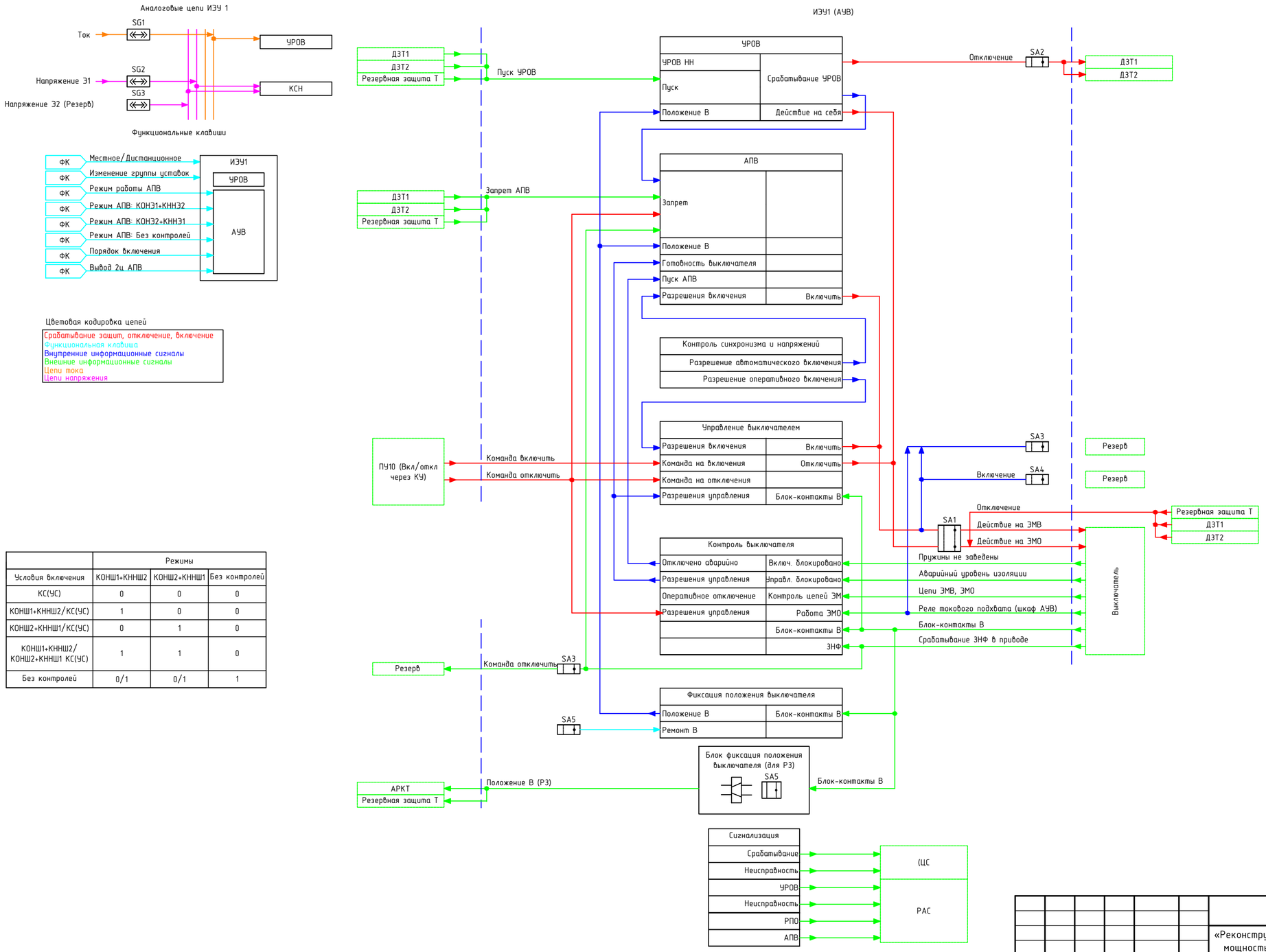
Стадия	Лист	Листов
П	13	

Структурно-функциональная схема. АРКТ трансформатора

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Инв.№

Формат А3



	Режимы		
Условия включения	КОНШ1+КННШ2	КОНШ2+КННШ1	Без контролей
КС(УС)	0	0	0
КОНШ1+КННШ2/КС(УС)	1	0	0
КОНШ2+КННШ1/КС(УС)	0	1	0
КОНШ1+КННШ2/ КОНШ2+КННШ1 КС(УС)	1	1	0
Без контролей	0/1	0/1	1

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

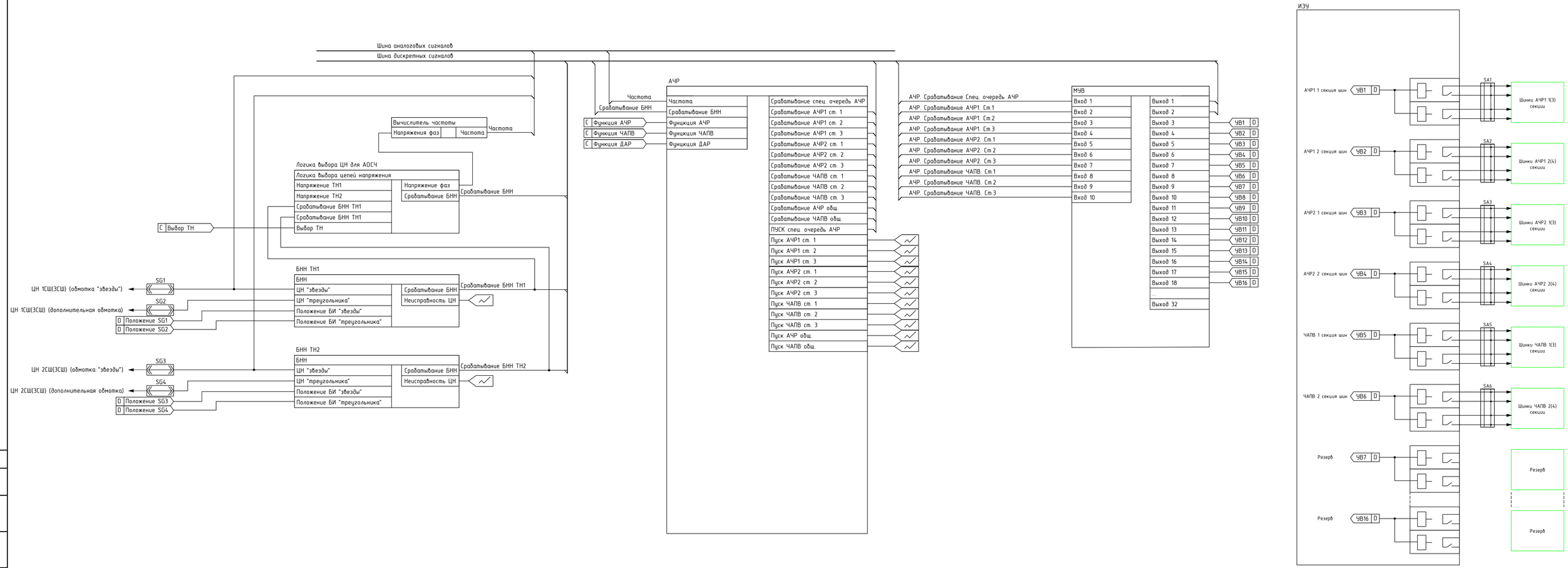
Стадия	Лист	Листов
П	14	

Структурно-функциональная схема. Автоматика управления выключателем ввода 110 кВ, УРОВ

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Инв.№

Формат А2



Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ
						«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (приростмощности 76 МВА)»
Разраб.		Вагнер			05.26	Релейная защита, автоматика и вторичные соединения
Пров.		Химич			05.26	
Н.контр.		Артемова			05.26	Структурно-функциональная схема. АЧР и ЧАПВ 10 кВ
ГИП		Ершов			05.26	

Стадия	Лист	Листов
П	15	

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Согласовано

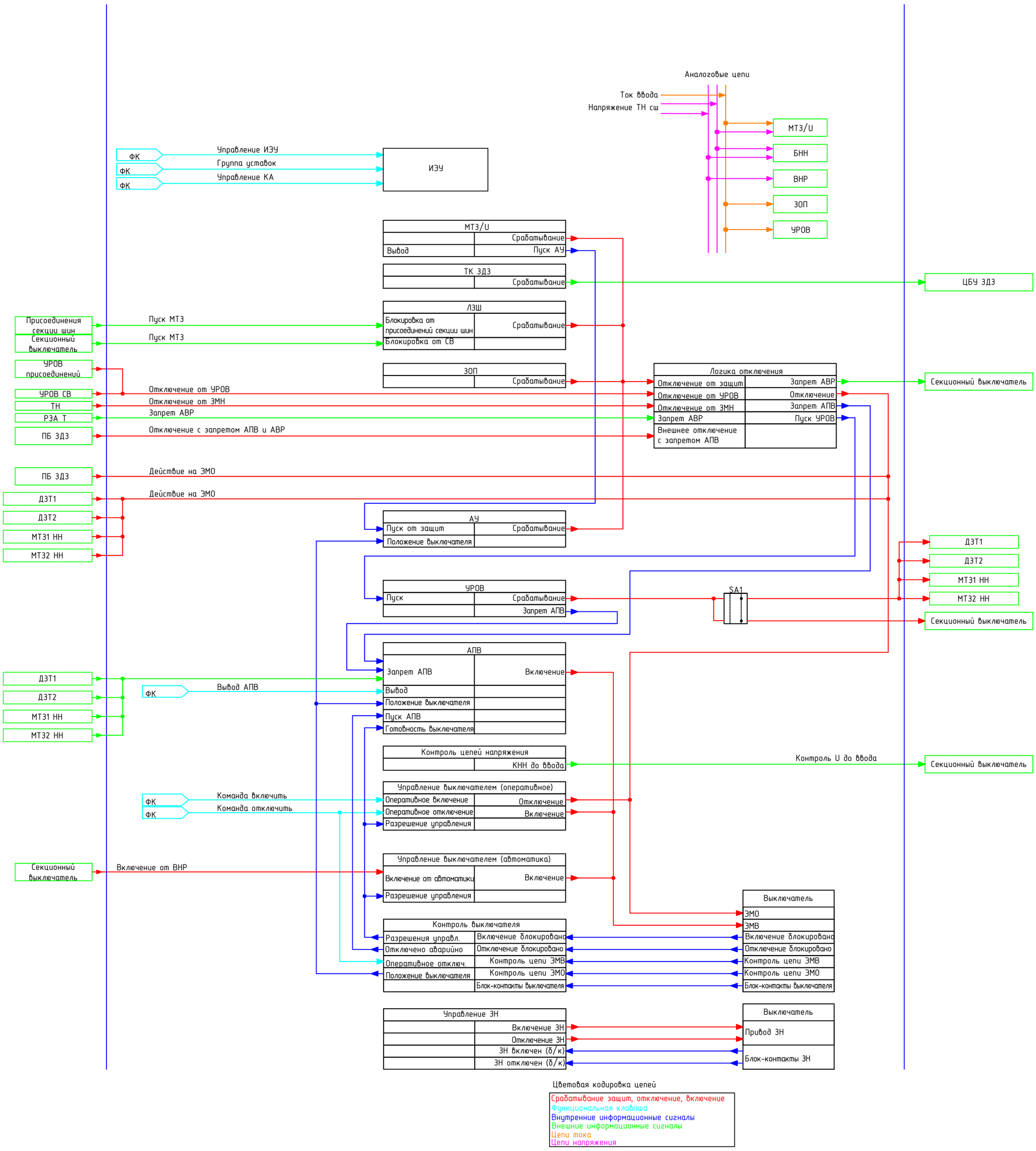
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Инв.№

Формат А3х3



Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

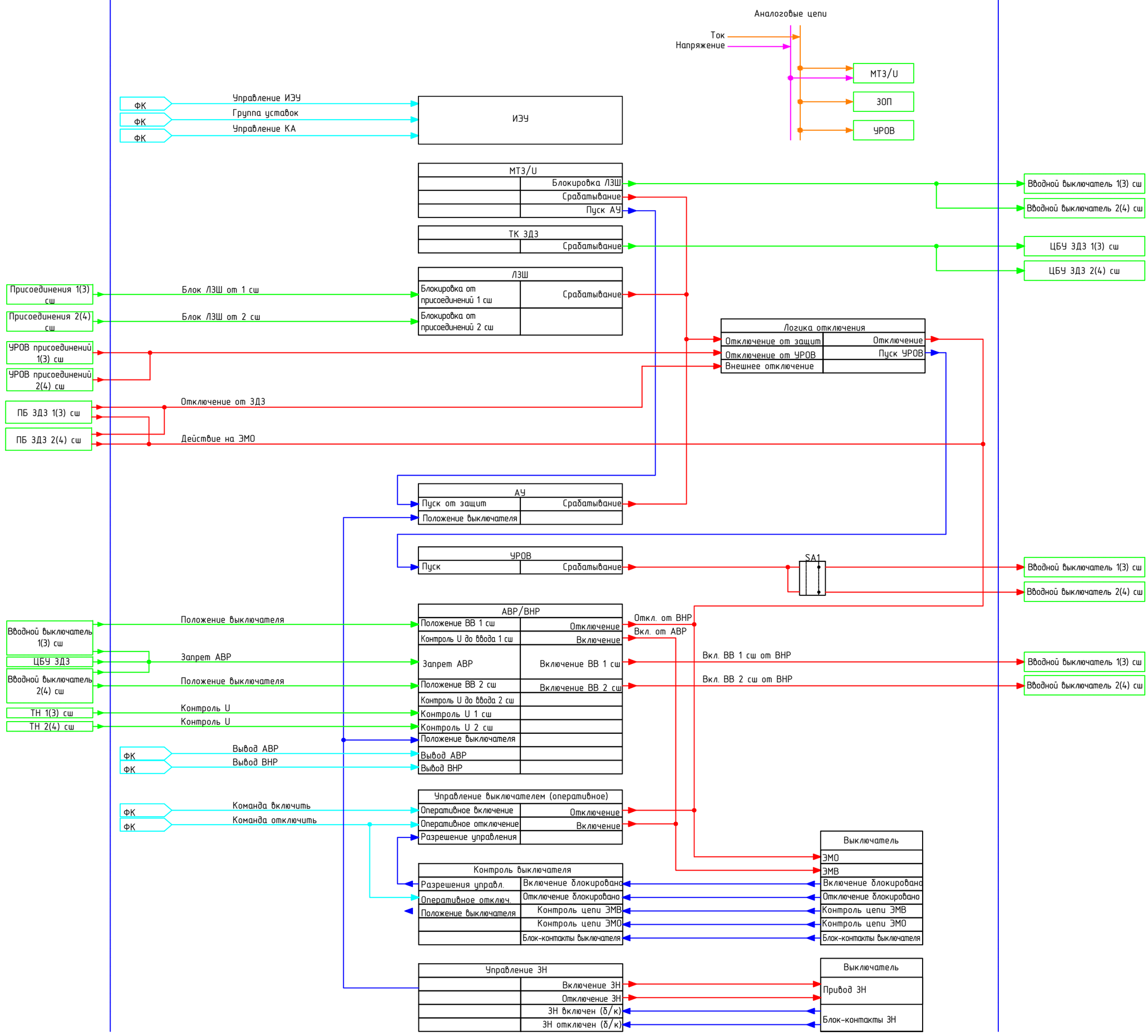
Стадия	Лист	Листов
П	16	

Структурно-функциональная схема. Защита и АУВ ввода 10 кВ

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Инв.№

Формат А2



Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

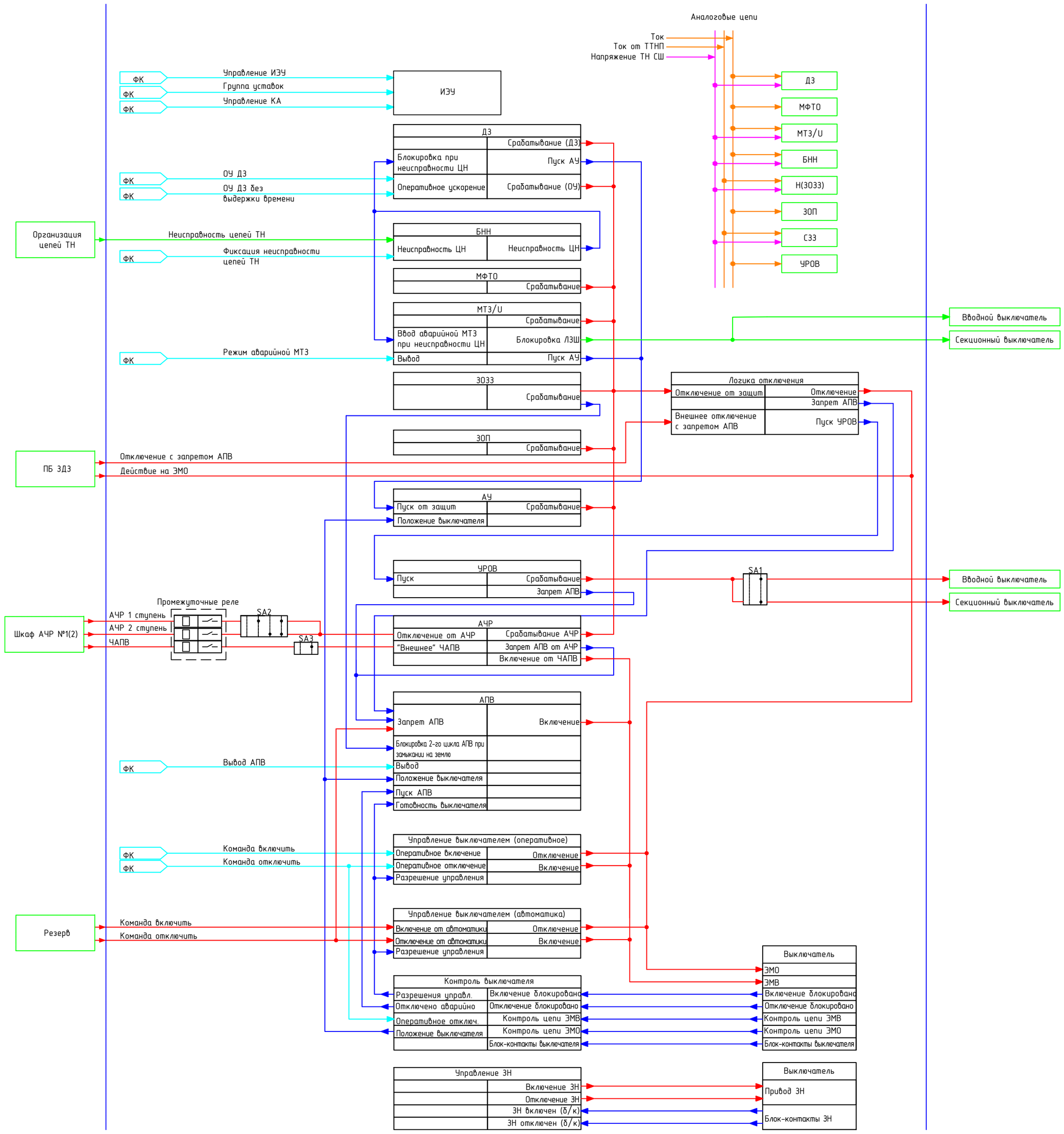
Стадия	Лист	Листов
П	17	

Структурно-функциональная схема. Защита и АУВ секционного выключателя 10 кВ

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Инв.№

Формат А2



Цветовая кодировка цепей

- Срабатывание защит, отключение, включение
- Функциональная клавиша
- Внутренние информационные сигналы
- Внешние информационные сигналы
- Цепи тока
- Цепи напряжения

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

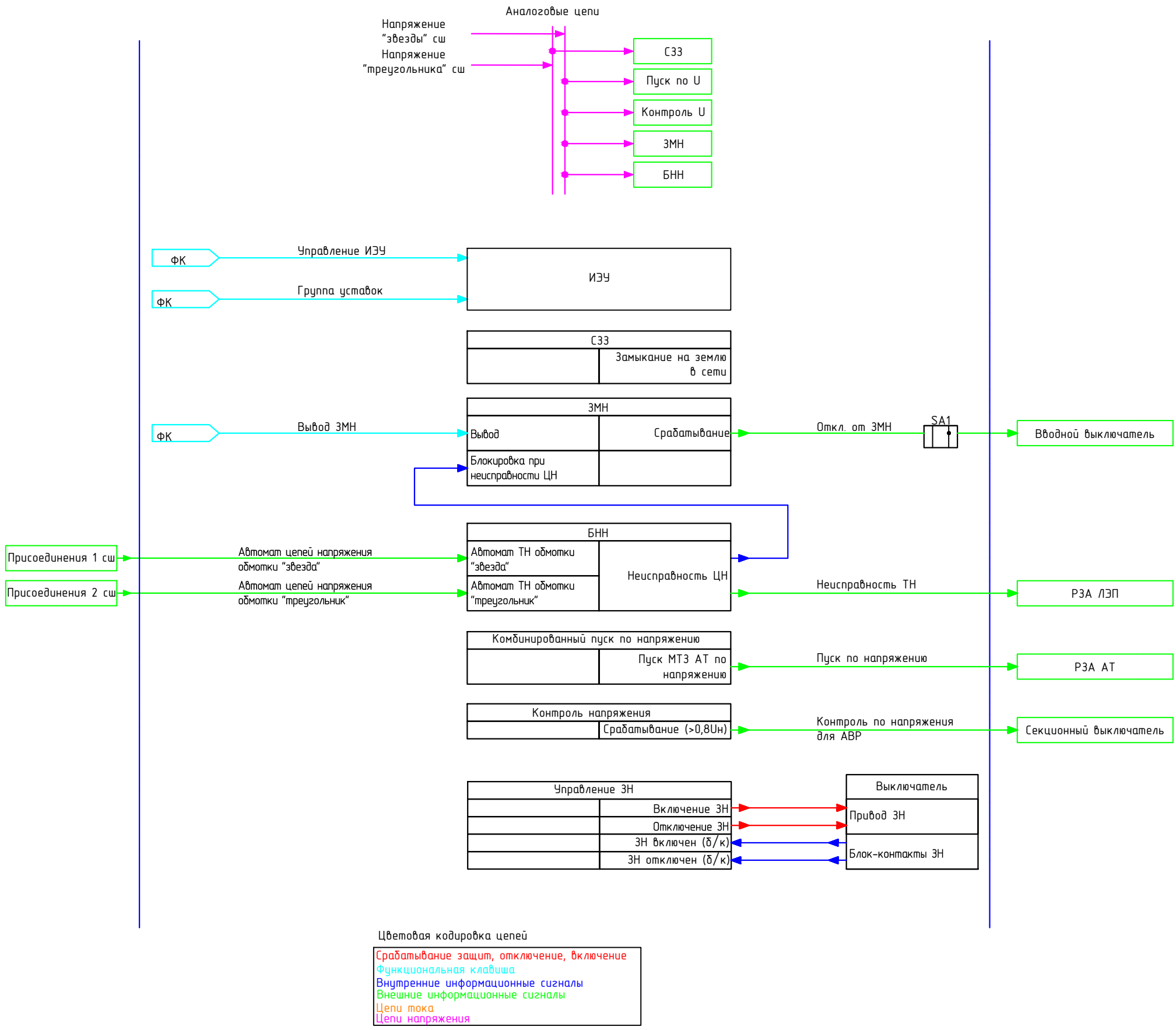
Стадия	Лист	Листов
П	18	

Структурно-функциональная схема. Защита и АУВ линии 10 кВ

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Инв.№

Формат А2



Цветовая кодировка цепей

- Срабатывание защит, отключение, включение
- Функциональная клавиша
- Внутренние информационные сигналы
- Внешние информационные сигналы
- Цепи тока
- Цепи напряжения

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ГЧ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

Стадия	Лист	Листов
П	19	

Структурно-функциональная схема. Защита трансформатора напряжения 10 кВ

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Инв.№

Формат А3

1.1 Расчет параметров трансформаторов тока ввода 110 кВ и 10 кВ силового трансформатора в установившемся режиме

N п/п	Место установки ТТ; Защищаемый объект; Тип защит (УРЗА); Схема соединения ТТ	Номинальные данные ТТ: ТТ	Класс точности	Ктт	Sном	Zном	K10ном	Z2	Материал кабеля	Расчетный ток. А / Iрасч	S приборов и реле. ВА: в "фазе" Sp.ф	в "нуле" Sp.0	R приборов и реле. Ом: в "фазе" rp.ф	в "нуле" rp.0	Сечение кабеля. мм2 S	длина кабеля. м l	Сопротивление кабеля Ом Rкаб	Переходное сопротивление. Ом Rпер	Фактич. сопрот.. Ом Zф.расч	Расчетная кратность тока K10расч	Допуст. сопрот.. Ом Zдоп	Допустимая кратность тока K10доп	Обобщенный коэф Aдоп	Максимальная кратность тока K10макс	Напряж. на вторич. обмотке. В U2макс	Проверочные условия: проверка условия Zдоп > Zф.расч	проверка условия K10доп > K10расч	проверка условия fмакс < fдоп	проверка условия U2макс < 1000 В
ОРУ-110 кВ																													
1	ОРУ 110 кВ, Ввод 110 Т-1 ТА13 ДЗТ 1к Полная звезда	ТОГФ-110	10PR	5	ВА	Ом	25	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	2.5	0	0.1	0	10	71	0.15	0.05	0.3	23	1.76	77.5	2.5	23	34.5	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				800	40	1.6		0.32		18430									0.45	19.2	2.19	62.5	2.5	19.2	42.9	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
										Однофазное КЗ 15320																			
2	ОРУ 110 кВ, Ввод 110 Т-2 ТА13 ДЗТ 1к Полная звезда	ТОГФ-110	10PR	5	ВА	Ом	25	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	2.5	0	0.1	0	10	72	0.15	0.05	0.3	22.6	1.8	77.3	2.5	23	34.7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				800	40	1.6		0.32		18090									0.45	18.6	2.26	62.1	2.5	19.2	43.3	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
										Однофазное КЗ 14910																			
ЗРУ-10 кВ																													
3	ЗРУ-10 кВ 1СШ, Ввод 10 кВ Т-1 ТА5 ДЗТ 1к Полная звезда	ТПОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	15	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	2.5	0	0.1	0	6	110	0.39	0.05	0.54	3.65	3.79	20.7	2.5	7.13	19.1	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				3000	20	0.8		0.16		10940									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										Однофазное КЗ x																			
4	ЗРУ-10 кВ 3СШ, Ввод 10 кВ Т-1 ТА5 ДЗТ 1к Полная звезда	ТПОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	15	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	2.5	0	0.1	0	6	128	0.45	0.05	0.6	3.65	3.79	19	2.5	7.13	21.3	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				3000	20	0.8		0.16		10940									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										Однофазное КЗ x																			
5	ЗРУ-10 кВ 2СШ, Ввод 10 кВ Т-2 ТА5 ДЗТ 1к Полная звезда	ТПОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	15	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	2.5	0	0.1	0	6	118	0.41	0.05	0.56	3.6	3.84	19.9	2.5	7.13	20.1	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				3000	20	0.8		0.16		10800									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										Однофазное КЗ x																			
6	ЗРУ-10 кВ 4СШ, Ввод 10 кВ Т-2 ТА5 ДЗТ 1к Полная звезда	ТПОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	15	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	2.5	0	0.1	0	6	137	0.48	0.05	0.63	3.6	3.84	18.2	2.5	7.13	22.4	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				3000	20	0.8		0.16		10800									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										Однофазное КЗ x																			

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Вагнер			05.26
Пров.		Химич			05.26
Н.контр.		Артемова			05.26
ГИП		Ершов			05.26

Ю5-373-ИОС1.2.ТТ

«Реконструкция ПС 110 кВ Луговая с заменой трансформаторов Т-1, Т-2 мощностью 25 МВА на трансформаторы мощностью 63 МВА (прирост мощности 76 МВА)»

Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

Стадия	Лист	Листов
П	1	6

Выбор параметров трансформаторов тока

ООО "Томскэлектросетьпроект"

Инв.№

Формат А3

1.2 Расчет параметров трансформаторов тока ввода 110 кВ и 10 кВ силового трансформатора в переходном режиме по ГОСТ Р 58669-2019

N п/п	Место установки ТТ; Защищаемый объект; Тип защит (УРЗА); Схема соединения ТТ	Номинальные данные ТТ: Тип ТТ	Класс точности	Ктт	Sном	Zном	К10ном	Z2	Материал кабеля	Ток КЗ, А: Расчетный	Ток КЗ, А: Iрасч	Пост. времени затухания, с: Тр.экв	S приборов и реле, ВА: в "фазе"	S приборов и реле, ВА: в "нуле"	R приборов и реле, Ом: в "фазе"	R приборов и реле, Ом: в "нуле"	Сечение кабеля, мм2	длина кабеля, мм2	Сопротивление кабеля, Ом	Переходное сопротивление, Ом	Фактич. сопрот., Ом	Фактич. активное сопрот., Ом	Фактич. реактивное сопрот., Ом	Косинус угла вторичной нагрузки	Параметр режима	Расчет времени до насыщения ТТ при отсутствии в сердечниках ТТ остаточной магнитной индукции					Расчет времени до насыщения ТТ при наличии в сердечниках ТТ остаточной магнитной индукции						
																										проверка условия ωТр t > A	проверка условия A > 1	tнас, мс	Tмин, мс	проверка условия tнас => Tмин	Kr	A(1-Kr)	проверка условия ωТр t > A(1-Kr)	проверка условия A(1-Kr) > 1	tнас, мс	Tмин, мс	проверка условия tнас => Tмин
ОРУ-110 кВ.																																					
1	ОРУ 110 кВ. Ввод 110 Т-1 ТА13 ДЗТ Iк Полная звезда	ТОГФ-110	10 PR	5	ВА	Ом	25	Ом	Cu	3фазное КЗ			2,5	0	0,1	0	10	71	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	1,0	3,4	насыщения ТТ нет	эксплуатация ТТ допустима	-	10	выполн.	0,1	3,098	насыщения ТТ нет	эксплуатация ТТ допустима	-	10	выполн.
				800	40	1,6		0,32		18430	0,005										0,5	0,4	0,3	0,9	3,3	насыщение ТТ есть	эксплуатация ТТ допустима	22,1	10	выполн.	0,1	2,996	насыщение ТТ есть	эксплуатация ТТ допустима	12,9	10	выполн.
										1фазное КЗ																											
										15320	0,01																										
2	ОРУ 110 кВ. Ввод 110 Т-2 ТА13 ДЗТ Iк Полная звезда	ТОГФ-110	10 PR	5	ВА	Ом	25	Ом	Cu	3фазное КЗ			2,5	0	0,1	0	10	72	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	1,0	3,5	насыщения ТТ нет	эксплуатация ТТ допустима	-	10	выполн.	0,1	3,156	насыщения ТТ нет	эксплуатация ТТ допустима	-	10	выполн.
				800	40	1,6		0,32		18090	0,005										0,5	0,4	0,3	0,9	3,4	насыщение ТТ есть	эксплуатация ТТ допустима	29,446	10	выполн.	0,1	3,079	насыщение ТТ есть	эксплуатация ТТ допустима	14,484	10	выполн.
										1фазное КЗ																											
										14910	0,01																										
ЗРУ-10 кВ.																																					
3	ЗРУ-10 кВ 1СШ. Ввод 10 кВ Т-1 ТА5 ДЗТ Iк Полная звезда	ТПОЛ-10	10 PR	5	ВА	Ом	15	Ом	Cu	3фазное КЗ			2,5	0	0,1	0	6	110	0,4	0,1	0,5	0,4	0,3	0,9	5,7	насыщение ТТ есть	эксплуатация ТТ допустима	18,249	10	выполн.	0,1	5,118	насыщение ТТ есть	эксплуатация ТТ допустима	15,586	10	выполн.
				3000	20	0,8		0,16		10940	0,04																										
										1фазное КЗ											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																										
4	ЗРУ-10 кВ 3СШ. Ввод 10 кВ Т-1 ТА5 ДЗТ Iк Полная звезда	ТПОЛ-10	10 PR	5	ВА	Ом	15	Ом	Cu	3фазное КЗ			2,5	0	0,1	0	6	128	0,5	0,1	0,6	0,5	0,4	0,9	5,2	насыщение ТТ есть	эксплуатация ТТ допустима	16,08	10	выполн.	0,1	4,704	насыщение ТТ есть	эксплуатация ТТ допустима	13,743	10	выполн.
				3000	20	0,8		0,16		10940	0,04																										
										1фазное КЗ											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																										
5	ЗРУ-10 кВ 2СШ. Ввод 10 кВ Т-2 ТА5 ДЗТ Iк Полная звезда	ТПОЛ-10	10 PR	5	ВА	Ом	15	Ом	Cu	3фазное КЗ			2,5	0	0,1	0	6	118	0,4	0,1	0,6	0,4	0,3	0,9	5,6	насыщение ТТ есть	эксплуатация ТТ допустима	17,815	10	выполн.	0,1	5,036	насыщение ТТ есть	эксплуатация ТТ допустима	15,215	10	выполн.
				3000	20	0,8		0,16		10800	0,04																										
										1фазное КЗ											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																										
6	ЗРУ-10 кВ 4СШ. Ввод 10 кВ Т-2 ТА5 ДЗТ Iк Полная звезда	ТПОЛ-10	10 PR	5	ВА	Ом	15	Ом	Cu	3фазное КЗ			2,5	0	0,1	0	6	137	0,5	0,1	0,6	0,5	0,4	0,9	5,1	насыщение ТТ есть	эксплуатация ТТ допустима	15,449	10	выполн.	0,1	4,579	насыщение ТТ есть	эксплуатация ТТ допустима	13,202	10	выполн.
				3000	20	0,8		0,16		10800	0,04																										
										1фазное КЗ											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																										

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Ю5-373-ИОС1.2.ТТ

Лист 2

Формат А3

2. Расчет параметров трансформаторов тока 10 кВ ЗРУ-10 кВ (начало)

N п/п	Место установки ТТ; Защищаемый объект; Тип защит (УРЗА); Схема соединения ТТ	Номинальные данные ТТ: ТТ	Класс точности	Ктт	Sном	Zном	K10ном	Z2	Материал кабеля	Максимальный ток, А (в месте установки ТТ)	Расчетный ток, А	S приборов и реле, ВА: в "фазе"	в "нуле"	R приборов и реле, Ом: в "фазе"	в "нуле"	Сечение кабеля, мм2	длина кабеля, м	Сопротивление кабеля Ом	Переходное сопротивление, Ом	Фактич. сопрот., Ом	Расчетная кратность тока	Допуст. сопрот., Ом	Допустимая кратность тока	Обобщенный коэф	Максимальная кратность тока	Напряж. на вторич. обмотке, В	Проверочные условия: проверка условия Zдоп > Zф.расч	проверка условия K10доп > K10расч	проверка условия fмакс < fдоп	проверка условия U2макс < 1000 В
										Iмакс	Iрасч	Sр.ф	Sр.0	rр.ф	rр.0	S	l	Rкаб	Rпер	Zф.расч	K10расч	Zдоп	K10доп	Aдоп	K10макс	U2макс				
ЗРУ-10 кВ 1СШ																														
1	ЗРУ-10 кВ 1СШ яч. 113 ДГР-1-10 МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ	Трехфазное КЗ 330 Однофазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	36,47	43,4	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				300	10	0,4		0,06		x	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	ЗРУ-10 кВ 1СШ яч. 110 ТСН-1 МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ	Трехфазное КЗ 460 Однофазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	4,6	5,549	86,58	2,5	109,4	130,2	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				100	20	0,8		0,06		x	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	ЗРУ-10 кВ 1СШ яч. 109 ЦРП-2 "Б" МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		x	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	ЗРУ-10 кВ 1СШ яч. 108 Резерв МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		x	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	ЗРУ-10 кВ 1СШ яч. 107 ШАТП-4 (ТП-75) МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		x	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	ЗРУ-10 кВ 1СШ яч. 106 ЦРП-2 МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		x	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	ЗРУ-10 кВ 1СШ яч. 105 ТП-5953п "А" МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		x	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	ЗРУ-10 кВ 1СШ яч. 104 Резерв МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		x	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	ЗРУ-10 кВ 1СШ яч. 103 Хлебозавод "Б" МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		x	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	ЗРУ-10 кВ 1СШ яч. 102 Резерв МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		x	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	ЗРУ-10 кВ 1СШ яч. 101 СВ-1-10 МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ	Трехфазное КЗ 21380 Однофазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	7,127	1,876	46,31	2,5	3,647	4,34	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				3000	10	0,4		0,06		x	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Ю5-373-ИОС1.2.ТТ

Лист 3

Формат А3

2. Расчет параметров трансформаторов тока 10 кВ ЗРУ-10 кВ (продолжение)

N п/п	Место установки ТТ; Защищаемый объект; Тип защит (УРЗА); Схема соединения ТТ	Номинальные данные ТТ: ТТ	Класс точности	Ктт	Sном	Zном	K10ном	Z2	Материал кабеля	Максимальный ток, А (в месте установки ТТ)	Расчетный ток, А	S приборов и реле, ВА: в "фазе"	в "нуле"	R приборов и реле, Ом: в "фазе"	в "нуле"	Сечение кабеля, мм2	длина кабеля, м	Сопротивление кабеля Ом	Переходное сопротивление, Ом	Фактич. сопрот., Ом	Расчетная кратность тока	Допуст. сопрот., Ом	Допустимая кратность тока	Обобщенный коэф	Максимальная кратность тока	Напряж. на вторич. обмотке, В	Проверочные условия: проверка условия Zдоп > Zф.расч	проверка условия K10доп > K10расч	проверка условия Iмакс < Iдоп	проверка условия U2макс < 1000 В
										Iмакс	Iрасч	Sр.ф	Sр.0	rр.ф	rр.0	S	l	Rкаб	Rпер	Zф.расч	K10расч	Zдоп	K10доп	Aдоп	K10макс	U2макс				
ЗРУ-10 кВ 2СШ																														
12	ЗРУ-10 кВ 2СШ яч. 211 ДГР-2-10 МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5 300	ВА 10	Ом 0,4	30	Ом 0,06	Cu	Трехфазное КЗ 10800 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 330 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238 x	1,1 x	12,49 x	46,31 x	2,5 x	36 x	42,84 x	выполняется x	выполняется x	выполняется x	выполняется x
13	ЗРУ-10 кВ 2СШ яч. 210 Резерв МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5 600	ВА 10	Ом 0,4	30	Ом 0,06	Cu	Трехфазное КЗ 10800 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 460 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238 x	0,767 x	17,94 x	46,31 x	2,5 x	18 x	21,42 x	выполняется x	выполняется x	выполняется x	выполняется x
14	ЗРУ-10 кВ 2СШ яч. 209 ТП-59 "Б" 1м/р МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5 600	ВА 10	Ом 0,4	30	Ом 0,06	Cu	Трехфазное КЗ 10800 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238 x	1,1 x	12,49 x	46,31 x	2,5 x	18 x	21,42 x	выполняется x	выполняется x	выполняется x	выполняется x
15	ЗРУ-10 кВ 2СШ яч. 208 ТП-4048 МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5 600	ВА 10	Ом 0,4	30	Ом 0,06	Cu	Трехфазное КЗ 10800 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238 x	1,1 x	12,49 x	46,31 x	2,5 x	18 x	21,42 x	выполняется x	выполняется x	выполняется x	выполняется x
16	ЗРУ-10 кВ 2СШ яч. 207 ТП-3726 МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5 600	ВА 10	Ом 0,4	30	Ом 0,06	Cu	Трехфазное КЗ 10800 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238 x	1,1 x	12,49 x	46,31 x	2,5 x	18 x	21,42 x	выполняется x	выполняется x	выполняется x	выполняется x
17	ЗРУ-10 кВ 2СШ яч. 206 Резерв МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5 600	ВА 10	Ом 0,4	30	Ом 0,06	Cu	Трехфазное КЗ 10800 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238 x	1,1 x	12,49 x	46,31 x	2,5 x	18 x	21,42 x	выполняется x	выполняется x	выполняется x	выполняется x
18	ЗРУ-10 кВ 2СШ яч. 205 4м/р МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5 600	ВА 10	Ом 0,4	30	Ом 0,06	Cu	Трехфазное КЗ 10800 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238 x	1,1 x	12,49 x	46,31 x	2,5 x	18 x	21,42 x	выполняется x	выполняется x	выполняется x	выполняется x
19	ЗРУ-10 кВ 2СШ яч. 204 Хлебозавод "А" МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5 600	ВА 10	Ом 0,4	30	Ом 0,06	Cu	Трехфазное КЗ 10800 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238 x	1,1 x	12,49 x	46,31 x	2,5 x	18 x	21,42 x	выполняется x	выполняется x	выполняется x	выполняется x
20	ЗРУ-10 кВ 2СШ яч. 203 КТПН-2266 (ГАЗС) МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5 600	ВА 10	Ом 0,4	30	Ом 0,06	Cu	Трехфазное КЗ 10800 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238 x	1,1 x	12,49 x	46,31 x	2,5 x	18 x	21,42 x	выполняется x	выполняется x	выполняется x	выполняется x
21	ЗРУ-10 кВ 2СШ яч. 202 ТП-5953 "Б" МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5 600	ВА 10	Ом 0,4	30	Ом 0,06	Cu	Трехфазное КЗ 10800 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238 x	1,1 x	12,49 x	46,31 x	2,5 x	18 x	21,42 x	выполняется x	выполняется x	выполняется x	выполняется x

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

2. Расчет параметров трансформаторов тока 10 кВ ЗРУ-10 кВ (продолжение)

N п/п	Место установки ТТ; Защищаемый объект; Тип защит (УРЗА); Схема соединения ТТ	Номинальные данные ТТ: ТТ	Класс точности	Ктт	Sном	Zном	К10ном	Z2	Материал кабеля	Максимальный ток, А (в месте установки ТТ)	Расчетный ток, А	S приборов и реле, ВА: в "фазе"	в "нуле"	R приборов и реле, Ом: в "фазе"	в "нуле"	Сечение кабеля, мм2	длина кабеля, м	Сопротивление кабеля Ом	Переходное сопротивление, Ом	Фактич. сопрот., Ом	Расчетная кратность тока	Допуст. сопрот., Ом	Допустимая кратность тока	Обобщенный коэф	Максимальная кратность тока	Напряж. на вторич. обмотке, В	Проверочные условия: проверка условия Zдоп > Zф.расч	проверка условия К10доп > К10расч	проверка условия fмакс < fдоп	проверка условия U2макс < 1000 В
										Iмакс	Iрасч	Sр.ф	Sр.0	rр.ф	rр.0	S	l	Rкаб	Rпер	Zф.расч	К10расч	Zдоп	К10доп	Адоп	К10макс	U2макс				
ЗРУ-10 кВ 3СШ																														
22	ЗРУ-10 кВ 3СШ яч. 313 ДГР-3-10 МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 330 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	36,47	43,4	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				300	10	0,4		0,06												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23	ЗРУ-10 кВ 3СШ яч. 310 Резерв МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24	ЗРУ-10 кВ 3СШ яч. 309 ТП-4182 МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
25	ЗРУ-10 кВ 3СШ яч. 308 ТП-5953 "А" МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
26	ЗРУ-10 кВ 3СШ яч. 307 ТП-23 (6432) МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
27	ЗРУ-10 кВ 3СШ яч. 306 Резерв МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
28	ЗРУ-10 кВ 3СШ яч. 305 Резерв МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 440 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	27,35	32,55	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				400	10	0,4		0,06												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
29	ЗРУ-10 кВ 3СШ яч. 304 ООО "Русичи" МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
30	ЗРУ-10 кВ 3СШ яч. 303 ТП-59 "А" 1м/р МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
31	ЗРУ-10 кВ 3СШ яч. 302 Резерв МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 660 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18,23	21,7	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
32	ЗРУ-10 кВ 3СШ яч. 301 СВ-2-10 МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ 10940 Однофазное КЗ x	Трехфазное КЗ 21380 Однофазное КЗ x	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	7,127	1,876	46,31	2,5	3,647	4,34	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				3000	10	0,4		0,06												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

2. Расчет параметров трансформаторов тока 10 кВ ЗРУ-10 кВ (окончание)

N п/п	Место установки ТТ; Защищаемый объект; Тип защит (УРЗА); Схема соединения ТТ	Номинальные данные ТТ: ТТ	Класс точности	Ктт	Sном	Zном	К10ном	Z2	Материал кабеля	Максимальный ток, А (в месте установки ТТ)	Расчетный ток, А	S приборов и реле, ВА: в "фазе"	в "нуле"	R приборов и реле, Ом: в "фазе"	в "нуле"	Сечение кабеля, мм2	длина кабеля, м	Сопротивление кабеля Ом	Переходное сопротивление, Ом	Фактич. сопрот., Ом	Расчетная кратность тока	Допуст. сопрот., Ом	Допустимая кратность тока	Обобщенный коэф	Максимальная кратность тока	Напряж. на вторич. обмотке, В	Проверочные условия: проверка условия Zдоп > Zф.расч	проверка условия К10доп > К10расч	проверка условия fмакс < fдоп	проверка условия U2макс < 1000 В
										Iмакс	Iрасч	Sр.ф	Sр.0	rр.ф	rр.0	S	l	Rкаб	Rпер	Zф.расч	К10расч	Zдоп	К10доп	Адоп	К10макс	U2макс				
ЗРУ-10 кВ 4СШ																														
33	ЗРУ-10 кВ 4СШ яч. 411 ДГР-4-10 МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	Трехфазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	36	42,84	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				300	10	0,4		0,06		10800	330																			
										Однофазное КЗ	Однофазное КЗ									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																			
34	ЗРУ-10 кВ 2СШ яч. 410 ТСН-2 МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	Трехфазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	4,6	5,549	86,58	2,5	108	128,5	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				100	20	0,8		0,06		10800	460																			
										Однофазное КЗ	Однофазное КЗ									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																			
35	ЗРУ-10 кВ 4СШ яч. 409 ЦРП-2 "А" МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	Трехфазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18	21,42	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		10800	660																			
										Однофазное КЗ	Однофазное КЗ									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																			
36	ЗРУ-10 кВ 4СШ яч. 408 Теплицы "А" МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	Трехфазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18	21,42	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		10800	660																			
										Однофазное КЗ	Однофазное КЗ									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																			
37	ЗРУ-10 кВ 4СШ яч. 407 ТП-76 Швейная фабрика (ВРУ-2) МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	Трехфазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18	21,42	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		10800	660																			
										Однофазное КЗ	Однофазное КЗ									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																			
38	ЗРУ-10 кВ 4СШ яч. 406 Резерв МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	Трехфазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18	21,42	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		10800	660																			
										Однофазное КЗ	Однофазное КЗ									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																			
39	ЗРУ-10 кВ 4СШ яч. 405 ТП-51 (4м/р) МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	Трехфазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18	21,42	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		10800	660																			
										Однофазное КЗ	Однофазное КЗ									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																			
40	ЗРУ-10 кВ 4СШ яч. 404 Резерв МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	Трехфазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18	21,42	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		10800	660																			
										Однофазное КЗ	Однофазное КЗ									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																			
41	ЗРУ-10 кВ 4СШ яч. 403 Резерв МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	Трехфазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18	21,42	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		10800	660																			
										Однофазное КЗ	Однофазное КЗ									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																			
42	ЗРУ-10 кВ 4СШ яч. 402 Резерв МТЗ+АУВ Полная звезда	ТОЛ-10	10PR	5	ВА	Ом	30	Ом	Cu	Трехфазное КЗ	Трехфазное КЗ	0,5	0	0,02	0	2,5	2	0,168	0,05	0,238	1,1	12,49	46,31	2,5	18	21,42	выполняется	выполняется	выполняется	выполняется
				600	10	0,4		0,06		10800	660																			
										Однофазное КЗ	Однофазное КЗ									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
										x	x																			

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.