

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

Факультет ИЗО АКО

Кафедра Электроснабжения транспорта

Допускается к защите

Зав. Кафедрой _____

к.т.н. доцент Ковалев А.А

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: Проект модернизации ОРУ–110 кВ тяговой подстанции постоянного тока с применением АИИС КУЭ
(пояснительная записка)

190401.053.ПД.01.ПЗ

(обозначение документа)

| | | | | | |
|--------------|--|--------------|-----------|------------------------|----------|
| Разработал | <u>студент</u> | <u>Э-620</u> | | <u>Зитев А.В.</u> | |
| | (студент-дипломник) | (группа) | (подпись) | (дата) | (Ф.И.О.) |
| Руководитель | <u>доцент к.т.н.</u> | | | <u>Несенюк Т.А.</u> | |
| | (должность, звание) | | (подпись) | (дата) | (Ф.И.О.) |
| Консультанты | <u>доцент, к.т.н.</u> | | | <u>Афанасьева Н.А.</u> | |
| | (должность, звание) | | (подпись) | (дата) | (Ф.И.О.) |
| | <u>доцент к.т.н.</u> | | | <u>Закирова А.Р.</u> | |
| | (должность, звание) | | (подпись) | (дата) | (Ф.И.О.) |
| Н. контролер | <u>профессор, к.т.н.</u> | | | <u>Низов А.С.</u> | |
| | (должность, звание) | | (подпись) | (дата) | (Ф.И.О.) |
| Рецензент | | | | | |
| | <u>Начальник Троицкой дистанции электроснабжения</u> | | | <u>Якимов В.Ф.</u> | |
| | (должность, звание) | | (подпись) | (дата) | (Ф.И.О.) |

Екатеринбург
2016

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Уральский государственный университет путей сообщения
(УрГУПС)

Факультет ИЗО АКО Кафедра Электроснабжение транспорта
Специальность Электроснабжение железных дорог

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. Кафедрой _____
к.т.н. доцент Ковалёв А.А.
« » _____ 2016 г.

Задание

по дипломному проекту (работе) студента

Зитева Александра Валентиновича
(фамилия, имя, отчество)

- 1 Тема проекта Проект модернизации ОРУ–110 кВ тяговой подстанции постоянного тока с применением АИИС КУЭ
утверждена приказом по университету от « 02 » марта 2016 г. № 290сз
- 2 Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) 15.05.2016г.
- 3 Исходные данные к проекту (работе) приведены в разделе 1.1
- 4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) _____
1 Характеристика модернизируемой тяговой подстанции постоянного тока
2 Разработка автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электрической энергии (АИИС КУЭ) в ОРУ–110кВ
3 Расчет экономической эффективности от внедрения контроля электрической энергии на базе АИИС КУЭ в ОРУ–110 кВ
4 Безопасность жизнедеятельности: Меры безопасности при обслуживании оптического трансформатора тока и напряжения ТТН-110 кВ

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. СГЭС тяговой подстанции постоянного тока до модернизации
2. СГЭС тяговой подстанции постоянного тока после модернизации
3. План расположения оборудования в ОРУ–110 кВ тяговой подстанции до модернизации
4. План расположения оборудования в ОРУ–110 кВ тяговой подстанции после модернизации
5. Разрез ОРУ–110 кВ модернизируемой тяговой подстанции
6. Структурная схема АИИС КУЭ на модернизируемой тяговой подстанции
7. Схема кабельных связей АИИС КУЭ
8. Оперативная схема и бланк переключений для вывода в ремонт оптического трансформатора тока и напряжения ТТН-110 кВ

6 Консультанты по проекту (работе, с указанием относящихся к ним разделов проекта)

| Раздел | Консультант | Подпись, дата | |
|----------------------------------|------------------------|---------------|----------------|
| | | задание выдал | задание принял |
| 1 Деталь проекта | <i>Несенюк Т.А.</i> | | |
| 2 Экономический | <i>Афанасьева Н.А.</i> | | |
| 3 Безопасность жизнедеятельности | <i>Закирова А.Р.</i> | | |

7 Дата выдачи задания 12 января 2016г.

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял к исполнению студент - дипломник _____
(подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Наименование этапов дипломного проекта (работы) | Срок выполнения этапов проекта (работы) | Примечание |
|--|---|------------|
| <i>1 Анализ оборудования модернизируемой тяговой подстанции .Структурная схема ,выбор силовых трансформаторов.</i> | <i>07.03.16- 12.03.16</i> | |
| <i>2 Расчет токов КЗ., максимальных токов КЗ.</i> | <i>14.03.16- 19.03.16</i> | |
| <i>3 Проверка выбора оборудования</i> | <i>21.03.16- 26.03.16</i> | |
| <i>4 Разработка СГЭС до и после модернизации</i> | <i>28.03.16- 02.04.16</i> | |
| <i>5 Разработка графического материала</i> | <i>04.04.16- 09.04.16</i> | |
| <i>6 Специальная часть проекта</i> | <i>11.04.16- 16.04.16</i> | |
| <i>7 Раздел « Безопасность жизнедеятельности »</i> | <i>18.04.16- 20.04.16</i> | |
| <i>8 Экономическая часть проекта</i> | <i>21.04.16- 23.04.16</i> | |
| <i>9 Оформление дипломного проекта</i> | <i>25.04.16- 27.04.16</i> | |
| <i>10 Сдача дипломного проекта</i> | <i>28.04.16 30.04.16</i> | |

Студент-дипломник _____ Зитев А.В.
Руководитель проекта _____ Несенюк Т.А.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. Кафедрой _____
к.т.н. доцент Ковалёв А.А.

«__» _____ 2016 г.

**Задание на специальный раздел ВКР
“Экономика”**

Студент Зитев Александр Валентинович Группа Э-620
(Фамилия, Имя, Отчество)

Расчет экономической эффективности от внедрения контроля
электрической энергии на базе АИИС КУЭ в ОРУ–110 кВ

(наименование специального раздела)

1. Тема ВКР Проект модернизации ОРУ–110 кВ тяговой подстанции
постоянного тока с применением АИИС КУЭ

(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «02» марта 2016 г. № 290сз

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта Несенюк Т.А., к.т.н. доцент

(Фамилия, инициалы, должность)

2. Консультант раздела Афанасьева Н.А., к.т.н. доцент

(Фамилия, инициалы, должность)

Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта

3. Исходные данные специальная литература по рекомендованному списку

4. Срок сдачи студентом законченного раздела «__» _____ 2016г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке
вопросов)

1) Необходимость внедрения контроля электрической энергии в ОРУ–110кВ.

2) Расчет оценочных показателей экономической эффективности: определение
годовых расходов железной дороги на оплату электроэнергии, определение
капитальных затрат на монтаж АИИС КУЭ в ОРУ–110кВ тяговой
подстанции, определение годовых расходов на техническое обслуживание
системы АИИС КУЭ, затрат на оплату труда, определение годовых
амортизационных отчислений, определение экономии текущих затрат,
определение срока окупаемости.

3) Вывод по разделу.

6. Дата выдачи задания _____ Консультант _____

Согласовано: _____

(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению _____

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. Кафедрой _____
к.т.н доцент Ковалёв А.А.

« ____ » _____ 2016г.

Задание на специальный раздел ВКР

Студент Зитев Александр Валентинович Группа Э-620
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность жизнедеятельности

(название специального раздела)

1. Тема ВКР Проект модернизации ОРУ-110 кВ тяговой подстанции
постоянного тока с применением АИИС КУЭ

(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «02» марта 2016 г. № 290сз

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта Несенюк Т.А., к.т.н. доцент

(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание)

2. Консультант раздела Закирова А.Р. к.т.н доцент

(Фамилия, инициалы, должность)

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные нормативно – техническая документация

4. Срок сдачи студентом законченного раздела « ____ » _____ 2016г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов):

1) Меры безопасности при обслуживании оптического трансформатора
тока и напряжения ТТН-110 кВ;

2) Экспертиза дипломного проекта на соответствие всех разделов
требованиям безопасности жизнедеятельности.

3) Вывод по разделу.

6. Название демонстрационно-графического(их) материал(ов) Оперативная
схема и бланк переключения по выводу в ремонт оптического
трансформатора ТТН-110 кВ

7. Дата выдачи задания _____ Консультант _____

(подпись)

Согласовано: _____

(дата и подпись руководителя ВКР)

РЕФЕРАТ

В данном дипломном проекте всего: 107 стр., 16 рис., 17 табл., 12 приложений, использованных источников 27, чертежей и плакатов 8 листов.

ПОНИЗИТЕЛЬНАЯ ПОДСТАНЦИЯ, ТРАНСФОРМАТОРНАЯ МОЩНОСТЬ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР, ТОКИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ, МАКСИМАЛЬНЫЕ РАБОЧИЕ ТОКИ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ АГРЕГАТ, СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ, ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС (ИИК), ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ, БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.

Объектом разработки является проект модернизации отпаечной тяговой подстанции постоянного тока с применением автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электрической энергии в ОРУ-110 кВ.

Цель проекта – модернизировать отпаечную подстанцию постоянного тока для внедрения системы АИИС КУЭ. Произведен расчет тяговой подстанции постоянного тока, проверка оборудования и выбор нового оборудования отпаечной тяговой подстанции.

Произведена замена оборудования в ОРУ-110 линейных разъединителей, разрядников РВС-110, а также установка современных комбинированных оптических трансформаторов тока и напряжения 110кВ для коммерческого учета электрической энергии.

Произведен расчет экономической эффективности от внедрения контроля электрической энергии на базе АИИС КУЭ в ОРУ-110 кВ.

Разработаны мероприятия безопасного проведения работ и технологическая карта при выводе в ремонт оптического трансформатора тока и напряжения ТТН-110кВ

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|---------------------|----------------|-------------|---|--------------------|-------------|---------------|
| | | | | | 190401.053.ПД.02.ПЗ | | | |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Разраб.</i> | | <i>Зитев А.В.</i> | | | Проект модернизации ОРУ–110 кВ тяговой подстанции постоянного тока с применением АИИС КУЭ | <i>Лит.</i> | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Провер.</i> | | <i>Несенюк Т.А.</i> | | | | | 2 | 107 |
| <i>Т.Контр</i> | | | | | | УрГУПС кафедра ЭЛС | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Низов А.С.</i> | | | | | | |
| <i>Утверд.</i> | | <i>Ковалев А.А.</i> | | | | | | |

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 7 |
| 1 Характеристика модернизируемой тяговой подстанции постоянного тока | 9 |
| 1.1 Анализ исходных данных | 9 |
| 1.2 Расчет трансформаторной мощности тяговой подстанции | 13 |
| 1.2.1 Определение трансформаторной мощности тяговой подстанции... | 13 |
| 1.2.2 Проверка головных понижающих трансформаторов..... | 14 |
| 1.2.3 Проверка преобразовательных трансформаторов..... | 15 |
| 1.2.4 Проверка трансформаторов собственных нужд | 16 |
| 1.3 Расчёт токов короткого замыкания | 17 |
| 1.3.1 Расчет сопротивлений элементов схемы замещения..... | 18 |
| 1.4 Расчёт токов короткого замыкания на шинах тяговой подстанции..... | 22 |
| 1.4.1 Расчёт тока короткого замыкания в РУ–10 кВ | 22 |
| 1.4.2 Расчет тока короткого замыкания в РУ–0,23 кВ..... | 23 |
| 1.4.3 Расчет тока короткого замыкания в РУ–3,3кВ в максимальном режиме..... | 24 |
| 1.4.4 Расчет ударного тока короткого замыкания в распределительных устройствах тяговой подстанции..... | 25 |
| 1.5 Расчёт максимальных рабочих токов..... | 26 |
| 1.5.1 Распределительные устройства переменного тока..... | 26 |
| 1.5.2 Распределительные устройства постоянного тока | 28 |
| 1.6 Проверка токоведущих частей (проводников)..... | 29 |
| 1.6.1 Проверка гибких проводников..... | 29 |
| 1.6.2 Проверка жестких проводников..... | 31 |
| 1.6.3 Проверка проводников в закрытых РУ постоянного тока..... | 35 |
| 1.7 Проверка изоляторов..... | 37 |
| 1.7.1 Открытые распредустройства переменного тока..... | 37 |
| 1.7.2 Закрытые распредустройства переменного тока..... | 38 |
| 1.7.2.1 Опорные изоляторы..... | 38 |
| 1.7.2.2 Проходные изоляторы..... | 39 |
| 1.7.3 Закрытые распредустройства постоянного тока..... | 40 |
| 1.8 Проверка коммутационной аппаратуры..... | 42 |
| 1.8.1 Проверка выключателей переменного тока..... | 42 |
| 1.8.2 Проверка выключателей постоянного тока..... | 46 |
| 1.8.3 Проверка разъединителей переменного тока..... | 47 |

| | |
|--|-----------|
| 1.8.4 Проверка разъединителей постоянного тока..... | 49 |
| 1.9 Проверка измерительных трансформаторов..... | 50 |
| 1.9.1 Проверка трансформаторов тока внутренней установки..... | 50 |
| 1.9.2 Проверка трансформаторов напряжения..... | 50 |
| 1.10 Разрядники и ограничители перенапряжения..... | 51 |
| 1.11 Разрядные устройства..... | 52 |
| 1.12 Проверка аккумуляторной батареи..... | 52 |
| 1.13 Проверка подзарядного устройства..... | 53 |
| 1.14 Вывод по разделу..... | 54 |
| 2 Разработка автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электрической энергии (АИИС КУЭ) в ОРУ–110кВ..... | 55 |
| 2.1 Цели, назначение и функции АИИС КУЭ ТП..... | 55 |
| 2.2 Описание устройства АИИС КУЭ..... | 56 |
| 2.2.1 Счетчики электрической энергии..... | 57 |
| 2.2.2 Комбинированные оптические трансформаторы тока и напряжения | 58 |
| 2.2.2.1 Описание системы NXVCT..... | 60 |
| 2.3 Выбор соединительных проводов..... | 72 |
| 2.4 Вывод по разделу..... | 75 |
| 3.2 Расчет оценочных показателей экономической эффективности..... | 77 |
| 3.2.1 Определение годовых расходов железной дороги на оплату электроэнергии | 77 |
| 3.2.2 Определение капитальных затрат на монтаж АИИС КУЭ в ОРУ–110кВ тяговой подстанции..... | 79 |
| 3.2.3 Определение годовых расходов на техническое обслуживание системы АИИС КУЭ | 80 |
| 3.2.4 Определение годовых амортизационных отчислений..... | 86 |
| 3.2.5 Определение экономии текущих затрат..... | 87 |
| 3.2.6 Определение срока окупаемости..... | 88 |
| 3.3 Выводы по разделу..... | 90 |
| 4 Безопасность жизнедеятельности..... | 91 |
| 4.1 Меры безопасности при обслуживании комбинированного оптического трансформатора тока и напряжения ТТН–110кВ..... | 91 |
| 4.1.1 Опасное воздействие электрического тока при работе в распределительных устройствах на тяговых подстанциях..... | 91 |

| | |
|--|------------|
| 4.1.2 Организационные мероприятия обеспечивающие безопасность производства работ обслуживающего персонала..... | 93 |
| 4.1.3 Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.. | 96 |
| 4.1.4 Разработка оперативной схемы и заполнение бланка переключений при выводе в ремонт комбинированного оптического трансформатора тока и напряжения ГТН–110кВ..... | 97 |
| 4.2 Экспертиза дипломного проекта на соответствие всех разделов требованиям безопасности жизнедеятельности..... | 98 |
| 4.2.1 Требования производственной санитарии на тяговых подстанциях | 100 |
| 4.2.2 Требования к экологической безопасности..... | 101 |
| 4.3 Выводы по разделу..... | 102 |
| Заключение..... | 103 |
| Список использованных источников..... | 105 |

ПРИЛОЖЕНИЕ А Ведомость электрических нагрузок на тяговой подстанции

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Оборудование распределительных устройств

ПРИЛОЖЕНИЕ В Составление структурной схемы

ПРИЛОЖЕНИЕ Г Расчет трансформаторной мощности

ПРИЛОЖЕНИЕ Д Технические характеристики силовых трансформаторов

ПРИЛОЖЕНИЕ Е Технические характеристики выключателей

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Проверка разъединителей

ПРИЛОЖЕНИЕ И Проверка предохранителей

ПРИЛОЖЕНИЕ К Проверка измерительных трансформаторов

ПРИЛОЖЕНИЕ Л Расчет и проверка аккумуляторной батареей

ПРИЛОЖЕНИЕ М Технические характеристики оборудования АИИС КУЭ монтируемого на тяговой подстанции при её модернизации

ПРИЛОЖЕНИЕ Н Расчет экономической эффективности от внедрения АИИС КУЭ

ОТЗЫВ

на работу по дипломному проектированию студента гр. Э–620
Зитева Александра Валентиновича
Тема: «Проект модернизации ОРУ–110 кВ тяговой подстанции
постоянного тока с применением АИИС КУЭ»

В дипломном проекте Зитева Александра Валентиновича произведен анализ исходных данных модернизируемой отпаечной подстанции постоянного тока. Выполнены проверки оборудования на термическую и электродинамическую устойчивость по токам и напряжениям всех распределительных устройств тяговой подстанции. В результате проверки предложено оставить в эксплуатации разъединители РНДЗ–110, головные понижающие трансформаторы ТДН–1000/110, преобразовательные трансформаторы ТРДП–12500/10ЖУ, элегазовые выключатели ВГТ–110 и вакуумные выключатели ВВ–TEL–10. Дополнительно для подключения системы АИИС КУЭ предложено заменить линейные разъединители РНДЗ.2–110 на РГ.2–110, также вентильных разрядников РВС–110 на ограничители перенапряжения ОПН–110.

В специальной части дипломного проекта для электросбережения и обеспечения качественного учета электроэнергии реализован проект подключения системы АИИС КУЭ, с описанием устройств и применением современных комбинированных оптических трансформаторов тока и напряжения NXVCT. Разработан план и разрезы ОРУ–110 с кабельными боксами и комбинированными оптическими трансформаторами тока и напряжения NXVCT для системы АИИС КУЭ.

В разделе безопасность жизнедеятельности разработаны меры безопасности при выводе в ремонт комбинированного оптического трансформатора тока и напряжения ТТН–110кВ. Проведена экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности жизнедеятельности.

В экономической части проекта произведен расчет экономической эффективности от внедрения контроля электрической энергии на базе системы АИИС КУЭ в ОРУ–110кВ. В ходе произведенных расчетов определен срок окупаемости после ввода системы АИИС КУЭ менее одного года и чистый дисконтированный доход за расчетный период составляет 27442,528 тыс.руб.

Пояснительная записка и графическая часть проекта выполнены с применением ПЭВМ в соответствии с требованиями ГОСТ. Дипломный проект имеет электронный вариант исполнения и презентацию.

Во время работы над дипломным проектом Зитев Александр Валентинович показал себя грамотным специалистом, добросовестно относился к порученной работе. Считаю, что работа над дипломным проектом заслуживает оценки отлично, а Зитев Александр Валентинович заслуживает звание инженера путей сообщения по специальности «Электроснабжение железных дорог».

Руководитель дипломного проекта
к.т.н. доцент

Несенюк Т.А.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект

студента Зитева Александра Валентиновича

группы Э-620

Тема дипломного проекта Проект модернизации ОРУ- 110кВ тяговой подстанции постоянного тока с применением АИИС КУЭ

В проекте выполнен анализ и проверка установленного оборудования на действующей отпаечной тяговой подстанции постоянного тока РУ- 110/10/3,3 кВ.

Предложено провести замену оборудования с истекшим сроком эксплуатации, на новое современное оборудование. В частности требуют замены оборудование ОРУ-110 кВ: линейные разъединители РНДЗ-110, разрядники РВС-110.

Предусмотрена модернизация схемных и конструктивных решений ОРУ-110 кВ для внедрения АИИСКУЭ, а именно установка нового оборудования: комбинированных оптических трансформаторов тока и напряжения NXVCT.

Проведен экономический расчет стоимости затрат после внедрения системы АИИС КУЭ и перехода на оплату электрической энергии с одноставочного розничного рынка на двухставочный тариф оптового рынка.

Подробно рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности при обслуживании комбинированного оптического трансформатора тока и напряжения на тяговой подстанции постоянного тока.

Графическая часть проекта соответствует требованиям ГОСТ.

Проект заслуживает оценки отлично.

Начальник Троицкой

дистанции электроснабжения ЮУЖД

В.Ф.Якимов.

