

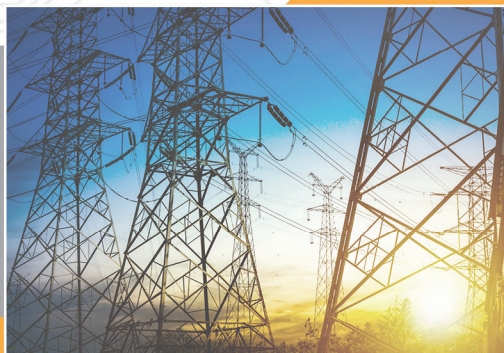
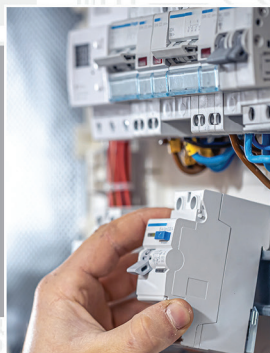
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Тольяттинский государственный университет

О.В. Самолина, В.С. Романов, С.В. Шаповалов

# ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ  
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ  
(БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ)

Электронное  
учебно-методическое пособие



© Самолина О.В., Романов В.С.,  
Шаповалов С.В., 2024

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский  
государственный университет», 2024

ISBN 978-5-8259-1640-8

УДК 621.311.2:621.313/316

ББК 31.277.1

Рецензенты:

канд. пед. наук, доцент, проректор по научной и учебной работе

АНО ДПО «НИИ МЭСИ» *П.Э. Шендерей*;

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Электроснабжение  
и электротехника» Тольяттинского государственного университета

*А.Н. Черненко.*

Самолина, О.В. Электроэнергетика и электротехника. Выполнение выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы) : электронное учебно-методическое пособие / О.В. Самолина, В.С. Романов, С.В. Шаповалов. – Тольятти : Издательство ТГУ, 2024. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1640-8.

Учебно-методическое пособие определяет требования к содержанию, объему, оформлению и структуре выпускной квалификационной работы студентов. Состоит из введения, семи разделов, библиографического списка и приложений.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», очной и заочной форм обучения высшего образования.

Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8/10; PIII 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader; интернет-браузер.

© Самолина О.В., Романов В.С., Шаповалов С.В., 2024

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский  
государственный университет», 2024

*Учебное издание*

**Самолина Ольга Владимировна**  
**Романов Владимир Сергеевич**  
**Шаповалов Сергей Владимирович**

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА.  
ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ  
РАБОТЫ (БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ)

Редактор *Е.В. Пилясова*  
Технический редактор *Н.П. Крюкова*  
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*  
Художественное оформление,  
компьютерное проектирование:  
*И.И. Шишкина*

В оформлении пособия  
использованы изображения  
от evening\_tao, ededchechine,  
rvproductions на сайте ru.freepik.com

Дата подписания к использованию  
04.09.2024.

Объем издания 1,5 Мб.

Комплектация издания:  
компакт-диск, первичная упаковка.  
Тираж 50 экз. Заказ № 1-37-23.

Издательство Тольяттинского  
государственного университета  
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,  
тел. 8 (8482) 44-91-47, www.tltsu.ru

## Содержание

Введение.....	5
1. Нормативные ссылки .....	7
2. Руководство выпускной квалификационной работой .....	8
3. Порядок разработки и выбора темы выпускной квалификационной работы .....	10
4. Требования к содержанию бакалаврской работы .....	13
5. Требования к структуре бакалаврской работы .....	15
6. Основные требования к оформлению бакалаврской работы .....	24
7. Организация выполнения выпускной квалификационной работы .....	31
Библиографический список .....	35
Приложение А .....	38
Приложение Б .....	40
Приложение В .....	41
Приложение Г .....	43
Приложение Д .....	44
Приложение Е .....	46
Приложение Ж .....	47
Приложение И .....	48

## Введение

Согласно Положению о выпускной квалификационной работе, бакалаврская работа является результатом самостоятельного законченного исследования на заданную (выбранную) тему, подготовленного выпускником под руководством руководителя; свидетельствует об умении выпускника работать с литературой, обобщать и анализировать фактический материал, использовать теоретические знания и практические навыки, полученные при освоении образовательной программы.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) студента бакалавриата может основываться на обобщении выполненных выпускником курсовых работ (проектов) и содержать материалы, собранные выпускником в период производственной или преддипломной практики.

Выпускные квалификационные работы студентов бакалавриата проходят обязательную проверку на наличие заимствований (плагиата) из общедоступных сетевых источников и электронной базы данных ВКР университета в соответствии с Порядком обеспечения самостоятельности выполнения письменных работ в ТГУ.

Цель выпускной квалификационной работы – выявление уровня подготовленности студента к самостоятельной деятельности по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», закрепление и углубление практических навыков применения полученных в процессе обучения компетенций при решении профессиональных задач.

Задачами выпускной квалификационной работы являются:

1) систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», применение их при решении конкретных задач в области электрохозяйства объектов энергетики; систем электроснабжения промышленных предприятий и объектов электрохозяйства города; в сфере энергосбережения, энергоэффективности, диспетчеризации электроэнергетических систем и систем электроснабжения предприятий и организаций;

2) развитие навыков самостоятельной деятельности;

3) овладение методикой исследования вопросов согласно выбранной теме выпускной квалификационной работы;

4) освоение приемов работы с научной и справочной литературой, периодическими изданиями;

5) апробация на практике умений и навыков, необходимых студенту бакалавриата, обучающемуся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

## 1. Нормативные ссылки

В настоящем пособии использованы ссылки на следующие документы:

- Федеральный закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (в действующей редакции на текущую дату);
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 (действует с 01.09.2022);
- Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29.06.2015 № 636;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»;
- Устав Тольяттинского государственного университета;
- Положение о государственной итоговой аттестации (итоговой аттестации) ТГУ;
- Положение об основной профессиональной образовательной программе высшего образования Тольяттинского государственного университета;
- Положение о Репозитории Тольяттинского государственного университета;
- Порядок обеспечения самостоятельности выполнения письменных работ в ТГУ;
- Порядок проведения государственной итоговой аттестации (итоговой аттестации) с применением дистанционных образовательных технологий в Тольяттинском государственном университете;
- Порядок хранения выпускных квалификационных работ ТГУ;
- Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры ТГУ.

## **2. Руководство выпускной квалификационной работой**

Руководство бакалаврской работой осуществляется руководителями из числа высококвалифицированных преподавателей кафедр, а также высококвалифицированных специалистов других учебных заведений, предприятий, организаций.

Основными функциями руководителя ВКР, согласно Положению о выпускной квалификационной работе, являются:

- 1) определение конкретной темы ВКР совместно с обучающимся;
- 2) разработка и выдача обучающемуся задания на выполнение ВКР и календарного плана выполнения ВКР;
- 3) консультационная помощь и контроль:
  - в подготовке плана ВКР, подборе необходимой литературы;
  - по вопросам оформления (в соответствии с ГОСТ и локальными нормативными актами университета), содержания и последовательности выполнения ВКР, выбора методики исследования, обеспечения оригинальности выполнения ВКР в соответствии с Порядком обеспечения самостоятельности выполнения письменных работ в ТГУ, установленным порядком прохождения предварительной защиты, проведения защиты ВКР и др.;
- 4) систематический контроль за исполнением календарного плана выполнения ВКР;
- 5) нормоконтроль;
- 6) подготовка письменного отзыва о ВКР и передача его обучающемуся.

Задание на выполнение ВКР и календарный план выполнения работы выдаются студенту руководителем ВКР в срок не позднее шести месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации и не ранее даты распоряжения об утверждении тем и руководителей. Последними этапами календарного плана выполнения ВКР должны быть предварительная защита, корректировка ВКР.

Форма титульного листа бакалаврской работы представлена в прил. А, форма задания на выполнение бакалаврской работы представлена в прил. Б, форма календарного плана выполнения работы – в прил. В.



Для контроля за ходом выполнения ВКР и помощи обучающимся кафедрой «Электроснабжение и электротехника» составляется график консультаций руководителей ВКР (за исключением ОПОП ВО, реализуемых с использованием дистанционных образовательных технологий). График консультаций размещается на стенде и сайте кафедры «Электроснабжение и электротехника». Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных технологий, консультирование ВКР осуществляется в системе дистанционного обучения.

### **3. Порядок разработки и выбора темы выпускной квалификационной работы**

Примерная тематика ВКР по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» разрабатывается кафедрой «Электроэнергетика и электротехника» и утверждается на заседании кафедры на учебный год.

Тематика ВКР должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники, должна быть направлена на решение профессиональных задач в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Примерная тематика ВКР доводится до сведения студентов-выпускников не позднее одного месяца с начала учебного года, в котором предусмотрена защита ВКР по графику учебного процесса.

Студенту предоставляется право выбора темы. По письменному заявлению обучающегося (нескольких обучающихся, выполняющих выпускную квалификационную работу совместно) предоставляется возможность подготовки и защиты ВКР по теме, предложенной обучающимся (обучающимися), в случае обоснованности целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности.

По решению кафедры «Электроэнергетика и электротехника» может быть сформулирована комплексная тема, разрабатываемая несколькими студентами. Каждый этап комплексной работы имеет свое название, вытекающее из общей формулировки темы, выполняется одним студентом и оформляется отдельной пояснительной запиской.

Тема ВКР может быть предложена работодателем.

**Рекомендуемая тематика выпускных квалификационных работ по профилю «Электроэнергетика»**

1. Электроэнергетика групп цехов, корпусов, производств промышленных предприятий.
2. Электроэнергетика районов города.
3. Электроэнергетика собственных нужд электростанции.

4. Реконструкция системы электроснабжения группы цехов, корпусов, производств промышленных предприятий, объектов городского хозяйства.
5. Оптимизация режимов работы электрических сетей предприятий, объектов городского хозяйства.
6. Проектирование электрической части подстанций.
7. Реконструкция электрической части подстанций.
8. Автоматизация учета электроэнергии на предприятии, объектах городского хозяйства.
9. Автоматизация системы контроля состояния силового электрооборудования предприятий, объектов городского хозяйства.
10. Разработка системы освещения предприятия.
11. Реконструкция системы освещения предприятия.

**Рекомендуемая тематика выпускных квалификационных работ по профилю «Цифровые технологии в электроэнергетике»**

1. Применение цифровых технологий в анализе статистических данных о дефектах силового электрооборудования.
2. Разработка алгоритма управления системой накопления электроэнергии.
3. Проектирование цифровой подстанции.
4. Разработка алгоритмов расчета параметров и режимов систем электроснабжения.
5. Разработка элементов информационно-измерительных систем технического учета электрической энергии.
6. Разработка элементов информационно-измерительных систем коммерческого учета электрической энергии.
7. Реконструкция системы электроснабжения с применением альтернативных источников питания промышленного предприятия.
8. Реконструкция релейной защиты линий электропередачи с применением цифровых устройств.
9. Реконструкция релейной защиты трансформаторной подстанции с применением цифровых устройств.
10. Разработка автономной системы электроснабжения предприятия.
11. Реконструкция электрической части подстанции с применением современных цифровых систем.

Предварительное закрепление студентов за темами и руководителями осуществляется на основании заявлений студентов на имя заведующего кафедрой «Электроснабжение и электротехника», обсуждается на заседании кафедры и фиксируется в протоколе.

Темы ВКР с указанием руководителей утверждаются распоряжением директора института химии и энергетики по представлению заведующего кафедрой «Электроснабжение и электротехника» и доводятся до сведения студентов в срок не позднее шести месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации.

#### **4. Требования к содержанию бакалаврской работы**

**Рекомендуемое содержание выпускной квалификационной работы студента бакалавриата по профилю «Электроснабжение»**

1. Обоснование актуальности разрабатываемой темы. Краткая характеристика объекта проектирования.
2. Расчет ожидаемых электрических нагрузок на стороне 0,4 кВ и высокого напряжения, определение центра электрических нагрузок, составление картограммы нагрузок, расчет освещения.
3. Выбор трансформаторных подстанций с учетом компенсации реактивной мощности, выбор главной понизительной подстанции.
4. Выбор и обоснование схемы электроснабжения.
5. Расчет токов короткого замыкания.
6. Расчет и выбор электрооборудования и проводников (силовое электрооборудование и проводники до 1000 В и выше 1000 В).
7. Расчет релейной защиты и автоматики.
8. Расчет заземления зданий и сооружений объекта.
9. Молниезащита зданий и сооружений объекта.

**Рекомендуемое содержание выпускной квалификационной работы студента бакалавриата по профилю «Цифровые технологии в электроэнергетике»**

1. Обоснование актуальности разрабатываемой темы. Краткая характеристика объекта проектирования.
2. Расчет электрических нагрузок цифровой подстанции.
3. Выбор силовых трансформаторов и электрооборудования цифровой подстанции.
4. Расчет мощности собственных нужд цифровой подстанции.
5. Выбор способов цифровой передачи данных.
6. Анализ соответствия выбранных способов передачи данных действующим протоколам и цифровой безопасности.
7. Расчет заземления зданий и сооружений объекта.
8. Молниезащита зданий и сооружений объекта.

Или:

1. Обоснование актуальности разрабатываемой темы. Краткая характеристика объекта проектирования.
2. Обзор цифровых устройств релейной защиты.

3. Выбор наиболее эффективного оборудования для реконструкции системы релейной защиты.
4. Расчет уставок цифровой релейной защиты.
5. Выбор способов цифровой передачи данных.
6. Анализ соответствия выбранных способов передачи данных действующим протоколам и цифровой безопасности.
7. Технико-экономическое обоснование принятого технического решения.

## 5. Требования к структуре бакалаврской работы

Выпускная квалификационная работа, выполненная в виде бакалаврской работы, представляет собой пояснительную записку объемом 40–80 страниц стандартного печатного текста (без учета приложений).

Дополнительно в бакалаврскую работу могут быть включены плакаты, чертежи, планшеты, стенды, макеты, натурные образцы, модели, презентации и др. Чертежи выполняются с использованием современных компьютерных технологий. На чертежах обязательно должна быть рамка, в которой указываются Ф. И. О. обучающегося, Ф. И. О. руководителя ВКР, год выпуска, шифр профиля и другие данные. Пример заполнения приведен на рис. 1.

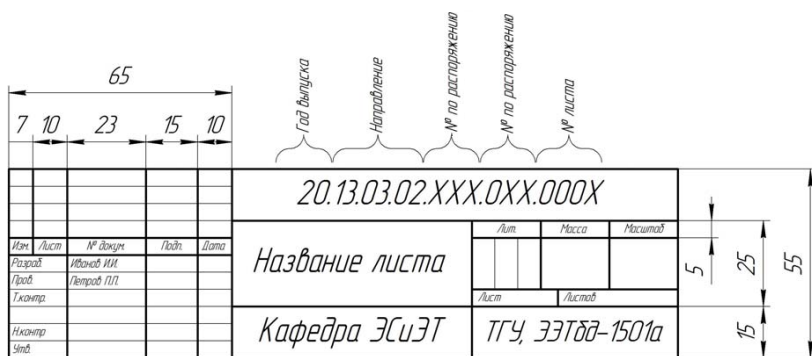


Рис. 1. Пример заполнения рамки чертежа

Структура бакалаврской работы включает следующие элементы:

- 1) титульный лист (прил. А);
- 2) задание на выполнение ВКР (прил. Б, не нумеруется);
- 3) календарный план выполнения ВКР (прил. В, не нумеруется);
- 4) аннотацию объемом не менее одной второй половины страницы. По программам бакалавриата очной формы обучения аннотация на английском языке включается в ВКР после аннотации на русском языке;
- 5) содержание (прил. Г);
- 6) введение объемом не менее одной полной страницы (прил. Д);

- 7) основную часть, содержащую разделы, каждый из которых должен заканчиваться выводом;
- 8) заключение объемом не менее одной страницы, включая выводы по разделам;
- 9) список используемой литературы и (или) источников (не менее двадцати, в том числе не менее пяти источников на английском языке (по программам бакалавриата очной формы обучения) (прил. Е);
- 10) приложение(я).

*Титульный лист* является первой страницей работы, оформляется на стандартном бланке.

В *задании* указывается название темы, структура работы, перечень графических, иллюстративных материалов, срок выполнения работы. Задание подписывает руководитель ВКР.

В *календарном плане* указываются планируемые сроки выполнения разделов ВКР, проставляются отметки о выполнении. Календарный план подписывается руководителем ВКР.

*Аннотация* должна содержать характеристику темы, ее актуальность, краткие сведения о цели и задачах работы, структуре и объеме выполненной работы.

*Содержание* включает перечень всех разделов работы с указанием номеров страниц, на которых размещается начало изложения соответствующих частей работы.

Во *введении* должно быть отражено современное состояние и обоснована актуальность выбранной темы выпускной квалификационной работы. Для формулировки цели необходимо провести укрупненный анализ текущей ситуации в области выбранной темы, выявить основной недостаток существующего положения дел. Результаты анализа включаются в работу как доказательство актуальности выбранной темы, логический вывод из результатов анализа – формулировка цели работы как средства устранения выявленной проблемы.

*Основная часть*, разбитая на разделы, определяется содержанием бакалаврской работы. В ВКР по профилю «Электроснабжение» даются краткие сведения об объекте проектирования, приводятся характеристики электроприемников, режимы их работы, требова-



ния к надежности и бесперебойности электроснабжения. Проводится расчет электрических нагрузок по методу упорядоченных диаграмм на стороне до 1000 В и выше 1000 В, построение картограммы нагрузок, а также расчет осветительной нагрузки.

Количество и мощность трансформаторных подстанций выбирают по расчетной максимальной нагрузке объекта с учетом установки компенсирующих устройств. Местоположение подстанций согласуется с картограммой нагрузок и центрами нагрузок. Проводится разработка нескольких вариантов выбора трансформаторных подстанций с соответствующими схемными решениями, сопоставление предложенных вариантов по технико-экономическим показателям. Проводится выбор числа и мощности трансформаторов главной понизительной подстанции и обоснование места сооружения главной понизительной подстанции.

Дается обоснование величины напряжения, схемы внешнего и внутреннего электроснабжения объекта проектирования.

В исходной (расчетной) схеме для расчета токов короткого замыкания указываются параметры системы, схемы главных понизительных подстанций, трансформаторных подстанций или распределительных пунктов РП, внутривзаводская сеть; указываются все источники питания и источники подпитки (высоковольтные электродвигатели и компенсаторы); элементы электрической схемы между источниками питания; точки короткого замыкания. По расчетной схеме составляется схема замещения с указанием параметров ее элементов, точек короткого замыкания.

Проводится подробный расчет электрооборудования и проводников внутреннего и внешнего электроснабжения до 1000 В и выше 1000 В с указанием выбранных параметров и обоснованием выбора.

Для выбора и установки элементов релейной защиты и автоматики проводится расчет релейной защиты трансформаторов главной понизительной подстанции. Анализируются устройства автоматики, средства и способы контроля и учета электроэнергии на предприятии.

Выполняется расчет заземления зданий и сооружений объекта, молниезащиты зданий и сооружений объекта.

В ВКР по профилю «Цифровые технологии в электроэнергетике» дается краткая характеристика объекта проектирования. Указываются «отличительные характеристики цифровой подстанции: наличие интеллектуальных электронных устройств, применение локальных вычислительных сетей для коммуникаций, цифровой способ доступа к информации, ее передаче и обработке, автоматизация работы подстанции и процессов управления ею.

Цифровая подстанция — это высокоавтоматизированная ПС, функционирующая, как правило, без присутствия постоянного дежурного оперативного персонала и оснащенная взаимодействующими в режиме единого времени цифровыми информационными и управляющими системами: автоматизации, контроля, мониторинга и диагностики состояния, учета, местного и удаленного управления технологическими процессами, связи, обеспечивающими единое информационное пространство и выполненными на основе единых протоколов передачи данных (SV-поток, GOOSE-сообщений, MMS)»[9]. При разработке темы, связанной с проектированием цифровой подстанции, необходимо применять электронный каталог оборудования подстанции, использовать функционал и коммуникации в рамках стандарта МЭК 61850, включающего:

- «принципы описания первичного оборудования для формирования SSD-файлов для РУ классов напряжения 6–750 кВ согласно МЭК 61850-6;
- описание типовых функций релейной защиты и автоматики, автоматической системы управления технологическим процессом, противоаварийной автоматики с использованием логических узлов согласно МЭК 61850-7-4, а также новых логических узлов, созданных согласно МЭК 61850-7-1;
- описание объектов данных для логических узлов согласно МЭК 61850-7-3, а также новых объектов данных, созданных согласно МЭК 61850-7-3, для существующих и новых логических узлов, применяемых для описания информации, не определенной стандартом МЭК 61850;
- описание передачи информации на подстанционный уровень по протоколу MMS согласно МЭК 61850-8-1;

- описание передачи сигналов для РЗА и АСУ ТП на полевом уровне и уровне присоединения по протоколу GOOSE согласно МЭК 61850-8-1;
- описание передачи мгновенных выборок аналоговых значений по протоколу Sampled Values согласно МЭК 61850-9-2, профилю 9-2LE» [10].

Если проектирование цифровой подстанции осуществляется на базе существующей инфраструктуры (в ВКР рассматриваются вопросы реконструкции подстанции), то оно «должно осуществляться посредством комплексной модернизации вторичных систем на основе интеллектуальных электронных устройств и технологических ЛВС в соответствии с требованиями стандартов серии МЭК 61850, а также посредством модернизации и (или) замены оборудования и систем с применением специализированных цифровых датчиков и устройств. Проектируемая подстанция должна соответствовать следующим критериям:

- дистанционная наблюдаемость параметров и режимов работы оборудования и систем;
- обеспечение дистанционного управления оборудованием и системами для эксплуатации ПС;
- высокий уровень автоматизации управления оборудованием и системами с применением автоматизированных систем управления;
- дистанционная управляемость всеми технологическими процессами в режиме единого времени;
- цифровой обмен данными между всеми технологическими системами в едином формате;
- интегрированность в систему управления электрической сетью и предприятием, а также обеспечение цифрового взаимодействия с соответствующими инфраструктурными организациями (со смежными объектами);
- функциональная и информационная безопасность при цифровизации технологических процессов;
- непрерывный контроль с применением автоматизированной системы мониторинга и диагностики основного технологического оборудования и систем в режиме онлайн с передачей необходимого объема цифровых данных, контролируемых параметров и сигналов» [11].

Логичным завершением расчетной части бакалаврской работы является определение параметров системы заземления и молниезащиты объекта проектирования.

Выпускная квалификационная работа по профилю «Цифровые технологии в электроэнергетике», в которой рассматриваются вопросы модернизации релейной защиты с помощью цифровых устройств, строится на основе:

- «применения современных, технологически совместимых интеллектуальных микропроцессорных устройств с увеличенным интервалом времени между сервисным обслуживанием;
- построения комплексов релейной защиты и автоматики (РЗА), в которых неисправность отдельного элемента или устройства не приводит к отказу или неправильной работе всех функций РЗА защищаемой линии электропередачи или оборудования;
- внедрения технических решений в части управления устройствами РЗА – дистанционного изменения эксплуатационного состояния РЗА или отдельных функций (переключение групп уставок, ввод/вывод отдельных ступеней защиты и устройства в целом);
- применения типовых технических решений (типовых архитектур построения цифровых подстанций) и альбомов типовых схем вторичной коммутации, применения типовых шкафов (панелей) высокой степени заводской готовности;
- обеспечения ближнего и дальнего резервирования РЗА;
- использования подменных микропроцессорных устройств РЗА, находящихся в горячем резерве, с возможностью удаленного ввода параметров заменяемого терминала» [11].

Приоритет при выборе оборудования РЗА следует отдавать устройствам, производимым на территории Российской Федерации. Выбираемое оборудование РЗА, включая его программное обеспечение, должно поддерживать профиль стандарта МЭК 61850 [11].

Внедряемые устройства РЗА должны обеспечивать:

- «селективность выявления повреждений элементов сети за счет применения современных алгоритмов и принципов;
- требуемое быстродействие;
- надежность функционирования, в том числе за счет качественной самодиагностики устройств;

- правильное функционирование с учетом работы электромагнитных трансформаторов тока в переходном режиме короткого замыкания;
- повышение эффективности функционирования РЗА в целом за счет применения адаптивных свойств на основе интеллектуальных алгоритмов, в том числе использующих модели энергосистемы с автоматически уточняемыми параметрами текущего режима» [11].

Расчет параметров срабатывания устройств релейной защиты (установок) следует проводить на высоком техническом уровне. Качество расчетов обеспечивается:

- применением действующих методических указаний по расчету и выбору параметров срабатывания устройств РЗА с учетом рекомендаций производителей оборудования;
- использованием программно-технического комплекса для построения модели энергосистемы, расчета параметров схемы замещения элементов энергосистемы, расчета параметров аварийного режима, расчета и выбора параметров срабатывания устройств РЗА [11].

При разработке элементов информационно-измерительных систем учета электрической энергии выпускная квалификационная работа решает следующие задачи:

- определяется объем электроэнергии, переданной потребителю;
- рассчитываются величины потерь электрической энергии;
- рассматриваются системы мониторинга потерь электрической энергии и предлагаются технические решения по снижению уровня потерь.

«Системы учета электрической энергии должны охватывать все точки коммерческого и (или) технического учета активной и реактивной электрической энергии и мощности с целью получения полного баланса электрической энергии на объекте проектирования, включая балансы по уровням напряжения, секциям шин и собственным нуждам. Приборы учета электрической энергии, применяемые при проектировании, должны соответствовать следующим требованиям:

- обеспечивать накопление статистики по случайным событиям (провалы и прерывания напряжения, перенапряжения);
- вновь устанавливаемые приборы учета электрической энергии должны иметь не менее двух цифровых интерфейсов. На цифровой подстанции приборы учета должны иметь цифровой интерфейс Ethernet (допускается внешний преобразователь) для работы в системе учета и второй цифровой интерфейс для локальной проверки и настройки;
- цифровой интерфейс Ethernet приборов учета должен соответствовать требованиям Правил предоставления доступа к минимальному набору функций интеллектуальных систем учета электрической энергии (мощности);
- цифровой интерфейс Ethernet должен соответствовать требованиям ГОСТ 22261–94, ГОСТ 31819.22–2012, ГОСТ 31819.23–2012, МЭК 61850-8.1 GOOSE, MMS, МЭК 61850-9.2 SV или иметь техническую возможность оперативного перехода на информационное взаимодействие по МЭК 61850 при соответствующей готовности вышестоящего уровня управления без дополнительных затрат и без необходимости замены (демонтажа) прибора учета. Каналы связи, предназначенные для передачи информации, должны обеспечивать устойчивые соединения между устройствами различных уровней системы учета электрической энергии. Использование сотовой связи допускается в качестве основного канала связи только в случаях отсутствия других каналов связи, обеспечивающих устойчивое соединение.

При использовании сотовой связи обязательно обеспечение целостности передаваемой информации, использование выделенного APN (VPN) оператора сети передачи данных. Виды каналов связи определяются экономической целесообразностью» [11].

В *заключении* подводятся итоги решения поставленных задач, формулируются выводы и рекомендации. Объем заключения составляет обычно 1–2 страницы.

*Список используемой литературы и (или) источников* содержит перечень источников информации, на которые в работе приводятся ссылки. Порядок изложения следующий: нормативные акты; учеб-

ники и учебные пособия; научные публикации на русском и иностранном языках; ссылки на интернет-сайты.

В *приложения* включаются материалы, подтверждающие выводы и рекомендации бакалаврской работы.

ВКР подлежит обязательному нормоконтролю, который осуществляет руководитель ВКР.

## **6. Основные требования к оформлению бакалаврской работы**

Оформление бакалаврской работы должно соответствовать действующим стандартам ГОСТ, представленным в разделе 1, и локальным нормативным актам университета.

Бакалаврская работа оформляется с использованием компьютера.

Текст пояснительной записки оформляется на стандартных листах бумаги формата А4, шрифт – Times New Roman, кегль 14, интервал 1,5. Поля: левое – 30 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, правое – 15 мм. Выравнивание текста – по ширине. Каждый раздел работы начинается с новой страницы.

Номера разделов следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа с выравниванием по ширине. Абзацный отступ – 1,25 см. Введение, заключение, список используемых источников и приложения не нумеруются.

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц работы. Номер страницы на титульном листе не проставляют. Наименования структурных элементов работы «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список используемых источников», «Приложение» служат заголовками структурных элементов работы. Заголовки структурных элементов следует располагать в середине строки без точки в конце полужирным шрифтом.

### **6.1. Нумерация разделов, подразделов, пунктов основной части**

Основную часть работы следует делить на разделы, подразделы и пункты. Разделы, подразделы и пункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста, за исключением приложений. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов,



подразделов. Заголовки разделов, подразделов и пунктов следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

После номера раздела, подраздела, пункта и подпункта в тексте точку не ставят, например:

## ***1 Типы и основные размеры***

### ***1.1 Нумерация пунктов первого раздела работы***

#### ***1.2***

## ***2 Технические требования***

### ***2.1 Нумерация пунктов второго раздела работы***

#### ***2.2***

Если документ имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например:

## ***3 Методы испытаний***

### ***3.1 Электрические аппараты, материалы***

#### ***3.1.1 Нумерация пунктов первого подраздела третьего раздела работы***

##### ***3.1.2***

### ***3.2 Подготовка к испытанию***

#### ***3.2.1 Нумерация пунктов второго подраздела третьего раздела работы***

##### ***3.2.2***

Если раздел состоит из одного подраздела, то подраздел не нумеруется. Если подраздел состоит из одного пункта, то пункт не нумеруется. Наличие одного подраздела в разделе эквивалентно их фактическому отсутствию.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

«Перечисления, не имеющие ступенчатой структуры, следует обозначать тире «–», начиная каждую позицию на отдельной строке с абзацного отступа (1,25 см) со строчной буквы и заканчивая запятой (если перечисления простые), точкой с запятой (если перечисления сложносочиненные), двоеточием (если требуется дальнейшая детализация позиции)» [12].

Например:

«Высоковольтные выключатели по способу гашения дуги подразделяются:

- на масляные,
- вакуумные,
- воздушные,
- элегазовые».

## 6.2. Иллюстрации

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Все иллюстрации в ВКР (в том числе в приложениях) называют рисунками.

На все иллюстрации должны быть даны ссылки в работе. Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «Рисунок» и его наименование через тире располагают посередине строки под рисунком.

Наименование рисунка должно отражать его содержание, быть точным, кратким. Наименование рисунка указывается с прописной буквы без точки в конце.

Например:

Рисунок 1 – Графики зависимостей токов

«Если наименование рисунка занимает две строки и более, то его следует записывать через один межстрочный интервал.

Рисунки при необходимости могут иметь пояснительные данные (подрисуночный текст), размещать который следует под рисунком (до наименования рисунка) с выравниванием по центру без абзацного отступа. Если подрисуночный текст занимает две строки и более, то его следует записывать через один межстрочный интервал. Рисунок от предыдущего текста, наименование рисунка от собственно рисунка и последующего текста отделяются одной пустой строкой; подрисуночный текст (при наличии) от собственно рисунка и наименования рисунка также отделяется одной пустой строкой» [12].

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например: «Рисунок А.3».

### 6.3. Таблицы

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким.

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире. Если наименование таблицы занимает две строки и более, то его следует записывать через один межстрочный интервал.

При переносе части таблицы на другие страницы наименование указывается только над первой частью таблицы. Над другими частями указывается «Продолжение таблицы» с номером (обозначением) таблицы. Наименование таблицы от предыдущего текста и собственно таблицы отделяется одной пустой строкой; таблицу от последующего текста также отделяют одной пустой строкой. Пример оформления таблицы показан на рис. 2.

Таблица 1 – Уставки реле


Рис. 2. Оформление таблицы

Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

На все таблицы должны быть ссылки. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «Результаты расчета нагрузок представлены в таблице 3».

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф — со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

#### **6.4. Формулы и уравнения**

Формулы следует набирать в редакторе формул. Простые формулы допускается оформлять как текст. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки.

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле.

Формулы в работе следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей работы арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке:

$$A = a : b, \tag{1}$$

где  $A$  — ...;

$a$  — ...;

$b$  — ....

$$B = c + e, \quad (2)$$

где  $B$  — ...;

$c$  — ...;

$e$  — ....

Одну формулу обозначают — (1).

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например: формула

$$I = \frac{U}{R}. \quad (B.1)$$

Ссылки в тексте на порядковые номера формул даются в скобках.

Например:

«Расчет коэффициента мощности проводится в формуле (1)».

### **6.5. Список используемой литературы и (или) источников**

Сведения о литературе следует нумеровать арабскими цифрами с точкой и печатать с абзацного отступа, выравнивая по ширине. Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ, приведенными в первом разделе. В пояснительной записке ВКР должны быть приведены ссылки (отсылки) на все источники информации, перечисленные в списке используемой литературы и (или) источников. Ссылки на источники даются в квадратных скобках.

### **6.6. Приложения**

Приложение оформляют как продолжение данной работы на последующих ее листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в работе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Текст каждого приложения при необходимости может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

При необходимости такое приложение может иметь «Содержание».

## **7. Организация выполнения выпускной квалификационной работы**

### **7.1. Организация предварительной защиты и подготовка к защите бакалаврской работы**

Кафедра «Электроснабжение и электротехника» организует предварительную защиту ВКР (предзащиту). В состав комиссии по предзащите ВКР включаются лица, относящиеся к профессорско-преподавательскому составу, имеющие ученое звание и (или) ученую степень, также ведущие специалисты – представители работодателей или их объединений в соответствующей области профессиональной деятельности.

Предварительная защита ВКР осуществляется обучающимся на кафедре «Электроснабжение и электротехника» перед комиссией по предзащите, как правило, в присутствии заведующего кафедрой и руководителя ВКР:

- для обучающихся по ОПОП ВО, реализуемым без применения ДОТ, – на последней неделе преддипломной практики;
- для обучающихся по ОПОП ВО, реализуемым с применением ДОТ, – не позднее одной недели после окончания преддипломной практики.

На предзащиту обучающийся обязан представить ВКР, выполненную в объеме не менее 80 %, распечатку демонстрационных материалов и текст доклада на защиту в одном экземпляре.

Комиссия проверяет соответствие темы ВКР, Ф. И. О. руководителя данным соответствующего распоряжения, знакомится с текстом выступления (доклада) студента, проверяет комплектность ВКР, соответствие оформления ВКР методическим рекомендациям, соответствие содержания основному тексту ВКР, знакомится с демонстрационными материалами.

Каждый член комиссии по предзащите может задать студенту вопросы по выполнению и содержанию ВКР.

В процессе предварительной защиты студент кратко излагает суть выпускной квалификационной работы и отвечает на вопросы членов комиссии. Замечания и предложения по ВКР должны быть

зафиксированы в протоколе заседания комиссии и учтены выпускником при подготовке работы к защите перед государственной экзаменационной комиссией.

После предварительной защиты в течение семи дней обучающиеся обязаны исправить замечания комиссии по предзащите и представить ВКР на проверку на наличие заимствований (плагиата) из общедоступных сетевых источников и электронной базы данных ВКР университета в соответствии с Порядком обеспечения самостоятельности выполнения письменных работ в ТГУ.

После завершения и оформления обучающимся ВКР руководитель составляет письменный отзыв, который должен содержать общую характеристику проделанной обучающимся работы: оценивается соблюдение им сроков, установленных в календарном плане выполнения ВКР, ее актуальность, теоретический уровень и практическая значимость, степень самостоятельности проведенного исследования, глубина и оригинальность поставленных вопросов, анализ положительных и отрицательных сторон принятого технического решения, рекомендации по дальнейшему использованию работы, соответствие (несоответствие) ВКР требованиям нормоконтроля, а также дается оценка ВКР по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). Форма отзыва представлена в прил. Ж.

При выполнении ВКР по заказу работодателя оформляется отзыв заказчика о выпускной квалификационной работе по форме прил. И.

В государственную экзаменационную комиссию обучающийся представляет в срок не позднее чем за два календарных дня до дня защиты ВКР:

- а) оформленную ВКР, подписанную обучающимся;
- б) отзыв руководителя ВКР;
- в) отзыв заказчика ВКР (при разработке ВКР по заказу работодателя);
- г) в случае защиты ВКР на иностранном языке – реферат с кратким содержанием работы на иностранном языке и текст доклада на русском языке и др.



## 7.2. Порядок проведения защиты бакалаврской работы

К защите выпускной квалификационной работы допускаются обучающиеся, выполнившие в полном объеме учебный план образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и не имеющие академических задолженностей.

Защита бакалаврской работы состоит из следующих этапов:

- 1) оглашение председателем ГЭК состава комиссии, после чего председатель ГЭК открывает защиту ВКР;
- 2) представление обучающегося и темы работы;
- 3) доклад автора о содержании работы с основными выводами – до 10 минут;
- 4) вопросы членов ГЭК, присутствующих на защите преподавателей, научных сотрудников и представителей заинтересованных организаций и ответы на них;
- 5) представление отзыва руководителя;
- 6) представление отзыва заказчика (в случае выполнения ВКР по заказу работодателя).

Общее время защиты – до 30 минут.

Защита бакалаврской работы проводится в присутствии всех желающих.

Решение по работе и результатам ее защиты члены государственной экзаменационной комиссии принимают на закрытом заседании.

Каждым членом комиссии выпускная квалификационная работа и результат ее защиты на заседании ГЭК оцениваются по принятой четырехбалльной системе.

Оценки *«отлично»* заслуживает ВКР, в которой дано всестороннее и глубокое освещение избранной темы в тесной взаимосвязи с практикой, показано умение работать с научно-справочной литературой, периодическими изданиями и нормативно-правовыми актами, проводить исследования по изучаемой проблеме, делать теоретические и практические выводы. На защите студент продемонстрировал глубокое усвоение изученной темы, показал умение использовать терминологию, способность вести научную дискус-

сию, аргументированно отстаивать свою научную позицию по результатам работы.

Баллом *«хорошо»* оценивается работа, отвечающая основным требованиям, предъявляемым к ней. Студент обстоятельно владеет материалом, однако не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы.

Работа оценивается баллом *«удовлетворительно»* в тех случаях, когда в ней соблюдаются общие требования. Автор в основном владеет материалом, однако поверхностно отвечает на вопросы, допускает существенные неточности в оформлении и содержании работы. Ответы студента на вопросы членов комиссии не отличаются ясностью и глубиной.

Баллом *«неудовлетворительно»* оценивается работа, которая не отвечает требованиям, предъявляемым для получения удовлетворительной оценки.

Суммарный балл оценки комиссии определяется как среднее арифметическое из баллов оценки членов комиссии. Указанный балл округляется до ближайшего целого значения.

При оценке *«неудовлетворительно»* требуется переработка выпускной квалификационной работы и повторная защита.

В случае равного разделения мнений об оценке защиты работы среди членов комиссии окончательное решение принимается председателем комиссии.

После окончания закрытого заседания председатель государственной экзаменационной комиссии сообщает обучающимся решение комиссии, включая оценку за работу, и зачитывает рекомендации для поступления в магистратуру (если таковые имеются), а также на конкурс ВКР (университетский и всероссийский).

## Библиографический список

1. ГОСТ 2.104–2006. Основные надписи : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 28 февраля 2006 года № 23) : взамен ГОСТ 2.104–68 : дата введения 2006-09-01 / Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении, АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». – Москва : Стандартинформ, 2007. – II, 14 с. – (Единая система конструкторской документации).
2. ГОСТ Р 2.105–2019. Общие требования к текстовым документам : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 апреля 2019 года № 175-ст : введен впервые : дата введения 2020-02-01 / Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия. – Москва : Стандартинформ, 2021. – III, 33 с. – (Единая система конструкторской документации).
3. ГОСТ Р 2.106–2019. Текстовые документы : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 апреля 2019 года № 176-ст : введен впервые : дата введения 2020-02-01 / Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия. – Москва : Стандартинформ, 2019. – III, 35 с. – (Единая система конструкторской документации).
4. ГОСТ 2.111–2013. Нормоконтроль : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 28 августа 2013 года № 58-П) : взамен ГОСТ 2.111–68 : дата введения 2014-06-01 / Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении, АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика»). – Москва :

- Стандартинформ, 2018. — III, 8 с. — (Единая система конструкторской документации).
5. ГОСТ 2.316—2008. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 7 октября 2008 года № 34) : взамен ГОСТ 2.316—68 : дата введения 2009-07-01 / Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении, АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». — Москва : Стандартинформ, 2009. — II, 7 с. — (Единая система конструкторской документации).
  6. ГОСТ Р 7.0.100—2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 декабря 2018 года № 1050-ст : введен впервые : дата введения 2019-07-01 / Информационное телеграфное агентство России [и др.]. — Москва : Стандартинформ, 2018. — IV, 85 с. — (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).
  7. ГОСТ Р 21.101—2020. Основные требования к проектной и рабочей документации : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июня 2020 года № 282-ст : взамен ГОСТ Р 21.1101—2013 : дата введения 2021-01-01 / Центр технического и сметного нормирования в строительстве. — Москва : Стандартинформ, 2020. — IV, 64 с. — (Система проектной документации для строительства).
  8. ГОСТ Р 7.0.12—2011. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке. Общие требования и правила : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 года № 813-ст : введен впервые : дата

- введения 2012-09-01 / Российская книжная палата. — Москва : Стандартиформ, 2012. — III, 26 с. — (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).
9. Тухфетулло, И. Р. Оптимизация режимов работы электрических сетей среднего напряжения / И. Р. Тухфетулло, О. В. Воркунов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты : Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 22 апреля 2022 года / редкол.: В. В. Максимов (отв. ред.) [и др.]. — Казань, 2022. — С. 261–267.
  10. Суворов, А. Корпоративный профиль МЭК 61850. Цифровизация энергообъектов в России / А. Суворов, В. Никитин // Электроэнергия. Передача и распределение. — 2021. — № S3. — С. 34–38.
  11. О единой технической политике в электросетевом комплексе : положение : (новая редакция) : утверждено решением Совета директоров ПАО «ФСК ЕЭС» (протокол от 9 апреля 2020 года № 496). — [Москва, 2020]. — 187 с. — URL: [www.fsk-ees.ru/upload/docs/2020\\_ETP\\_PAO\\_FSK\\_EES.pdf](http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/2020_ETP_PAO_FSK_EES.pdf) (дата обращения: 21.07.2023).
  12. Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры : утверждены приказом от 30 января 2020 года № 145 : с изменениями, утвержденными приказом от 17 июня 2021 года № 1180 / Тольяттинский государственный университет. — Тольятти, 2021. — 39 с. — URL: [www.tltsu.ru/upravlenie/educational-methodical-management/regulatory-documents-of-educational-process/Методические%20указания%20по%20оформлению%20ВКР\\_2021\\_.pdf](http://www.tltsu.ru/upravlenie/educational-methodical-management/regulatory-documents-of-educational-process/Методические%20указания%20по%20оформлению%20ВКР_2021_.pdf) (дата обращения: 08.08.2023).
  13. Положение о выпускной квалификационной работе : утверждено решением ученого совета от 28 апреля 2022 года № 25 / Тольяттинский государственный университет. — Тольятти, 2022. — 31 с. — URL: [www.tltsu.ru/upravlenie/educational-methodical-management/regulatory-documents-of-educational-process/Положение%20о%20ВКР\\_решение%20УС%20от%2028.04.2022%20№%2025.pdf](http://www.tltsu.ru/upravlenie/educational-methodical-management/regulatory-documents-of-educational-process/Положение%20о%20ВКР_решение%20УС%20от%2028.04.2022%20№%2025.pdf) (дата обращения: 08.08.2023).

**Формы титульного листа выпускной квалификационной работы  
(бакалаврской работы, дипломной работы, дипломного проекта)**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему

Обучающийся

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии),  
И.О. Фамилия)

Консультант

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии),  
И.О. Фамилия)

Тольятти 20\_\_

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

(направленность (профиль) / специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему

Обучающийся \_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель \_\_\_\_\_

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии),  
И.О. Фамилия)

Тольятти 20\_\_

**Форма задания на выполнение выпускной квалификационной работы**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт химии и энергетики  
(наименование института полностью)  
Кафедра «Электроснабжение и электротехника»  
(наименование)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение бакалаврской работы**

Обучающийся \_\_\_\_\_  
(Фамилия Имя Отчество (при наличии) в именительном падеже)

1. Тема \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Срок сдачи обучающимся законченной выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Консультант по разделам \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Дата выдачи задания « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель выпускной  
квалификационной  
работы

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)



**Формы календарного плана выполнения выпускной  
квалификационной работы**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики  
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»  
(наименование)

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН  
выполнения бакалаврской работы**

Обучающийся \_\_\_\_\_  
(Фамилия Имя Отчество (при наличии) в именительном падеже)

Тема \_\_\_\_\_

Наименование работ	Плановый срок выполнения	Фактический срок выполнения	Отметка о выполнении	Подпись руководителя

Руководитель выпускной  
квалификационной  
работы

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт химии и энергетики  
(наименование института полностью)  
Кафедра «Электроснабжение и электротехника»  
(наименование)

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**выполнения бакалаврской работы**

Обучающийся \_\_\_\_\_  
(Фамилия Имя Отчество (при наличии) в именительном падеже)

Тема \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Наименование работ	Плановый срок выполнения	Фактический срок выполнения	Отметка о выполнении

Руководитель выпускной  
квалификационной  
работы

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

*Содержание*

Введение.....	5
1 Общие сведения о проекте.....	10
2 Расчет электрических нагрузок.....	14
3 Выбор числа и мощности трансформаторных подстанций с учетом компенсации реактивной мощности.....	17
3.1 Расчет и выбор компенсирующего устройства.....	19
3.2 Расчет трансформатора с компенсирующим устройством.....	20
4 Выбор сечения кабеля 10/0,4 кВ.....	22
4.1 Выбор сечения кабеля 10 кВ.....	22
4.2 Выбор сечения кабеля 0,4 кВ.....	23
4.3 Конструкция кабелей.....	25
5 Выбор электрических аппаратов 10/0,4 кВ.....	28
5.1 Выбор коммутационных аппаратов 0,4 кВ.....	29
5.2 Выбор коммутационных аппаратов 10 кВ.....	32
5.3 Выбор трансформаторов тока 10 кВ.....	34
6 Прокладка кабелей 10/0,4 кВ. Прокладка кабелей на эстакаде.....	36
7 Расчет токов короткого замыкания.....	39
8 План заземления и молниезащиты.....	49
Заключение.....	53
Список используемых источников.....	54

## Введение

Строительные материалы в настоящее время крайне востребованы по причине того, что скорость строительства новых объектов с каждым годом неуклонно растет, что в свою очередь требует применения значительного количества строительных материалов, следовательно, расширения производственных мощностей. Применение наиболее актуальных и передовых решений при производстве материалов очень важно, поскольку от эффективности их производства в значительной степени зависит стоимость новых объектов строительства, влияет на конкурентоспособность, снижает нагрузку использования энергетических ресурсов промышленными предприятиями.

Цель ВКР: повышение энергоэффективности завода по производству стройматериалов.

Требования энергетической эффективности зданий, строений, сооружений должны включать в себя:

1) показатели, характеризующие удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании, строении, сооружении;

2) требования к влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям;

3) требования к отдельным элементам, конструкциям зданий, строений, сооружений и к их свойствам, к используемым в зданиях, строениях, сооружениях устройствам и технологиям, а также требования к включаемым в проектную документацию и применяемым при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий, строений, сооружений технологиям и материалам, позволяющие исключить нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта зданий, строений, сооружений, так и в процессе их эксплуатации.

Объект исследования: производство строительных блоков, стеновых панелей, плит, расходных строительных смесей, материалов для проведения теплоизоляционных работ.

Для достижения поставленной цели требуется решить ряд задач, а именно:

- проанализировать существующую ситуацию завода по производству строительных материалов;
- на основе анализа определить мероприятия по повышению энергоэффективности;
- провести экономические расчеты.

*Список используемых источников*

1. Анчарова Т. В., Рашевская М. А., Стебунова Е. Д. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений : учебник для студентов вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Форум, 2014. 414 с.
2. Бохан А. Н. Проектирование подстанций систем электроснабжения : учеб. пособие. Гомель : Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, 2017. 311 с.
3. ГОСТ 32144—2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 25 марта 2013 года №-55 П) : введен впервые : дата введения 2014-07-01. Москва : Стандартинформ, 2014. — III, 16 с. (Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная).
4. Радкевич В. Н., Козловская В. Б., Колосова И. В. Расчет электрических нагрузок промышленных предприятий : учеб.-метод. пособие / Белорусский национальный технический университет. Минск : БНТУ, 2013. 122, [1] с.
5. Кабель ПвБбШв 4x185 в ООО «Биконнект» // КПС: кабельная поисковая система. URL: [k-ps.ru/agg/product/kabeli-silovye/s-izolyacziej-iz-silanolnosshitogo-polietilena-\(1kv\)/pvbbshv/23558/329/](http://k-ps.ru/agg/product/kabeli-silovye/s-izolyacziej-iz-silanolnosshitogo-polietilena-(1kv)/pvbbshv/23558/329/) (дата обращения: 13.02.2022).
6. Electrical substation // Energy Education : сайт. URL: [energyeducation.ca/encyclopedia/Electrical\\_substation](http://energyeducation.ca/encyclopedia/Electrical_substation) (дата обращения: 15.06.2023).
7. Electrical Engineering // Harvard University : сайт. URL: [www.harvard.edu/programs/electrical-engineering/](http://www.harvard.edu/programs/electrical-engineering/) (дата обращения: 13.03.2022).
8. Dhaval L. H., Mehta S. A., Gandhi P. Predictive maintenance and modeling of Transformer // International Journal of Engineering Trends and Technology. 2013. Vol. 4, Issue 4. P. 1186—1189. URL: [studylib.net/doc/12919858/predictive--maintenance-and-modeling--of-transformer?ysclid=lkuv81yyjo19118876](http://studylib.net/doc/12919858/predictive--maintenance-and-modeling--of-transformer?ysclid=lkuv81yyjo19118876) (дата обращения: 13.02.2022).

**Форма отзыва руководителя о выпускной квалификационной работе**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт химии и энергетики  
(наименование института полностью)  
Кафедра «Электроснабжение и электротехника»  
(наименование)

**ОТЗЫВ  
руководителя о выпускной квалификационной работе**

Обучающийся

\_\_\_\_\_  
(Фамилия Имя Отчество (при наличии) в именительном падеже)

\_\_\_\_\_  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

\_\_\_\_\_  
(направленность (профиль) / специализация)

\_\_\_\_\_  
(шифр группы)

Тема

Содержательная часть отзыва.

Оценка выпускной квалификационной работы по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»): \_\_\_\_\_ .

Руководитель,

\_\_\_\_\_  
(должность, место работы полностью,

\_\_\_\_\_  
ученая степень (при наличии),  
ученое звание (при наличии)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Форма отзыва заказчика о выпускной квалификационной работе**

**ОТЗЫВ**

**заказчика о выпускной квалификационной работе**

Обучающийся

\_\_\_\_\_  
(Фамилия Имя Отчество (при наличии) в именительном падеже)

\_\_\_\_\_  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

\_\_\_\_\_  
(направленность (профиль) / специализация)

\_\_\_\_\_  
(шифр группы)

Тема

Содержательная часть отзыва.

Оценка выпускной квалификационной работы по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»): \_\_\_\_\_.

Заказчик,

\_\_\_\_\_  
(должность, место работы полностью,

\_\_\_\_\_  
ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

МП организации