

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

## УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образова-  
тельной деятельности  
И.Ю. Черникова  
« 13 » 12 2024 г

# Оценочные материалы для проведения государственной итоговой аттестации по основной профессиональной образовательной программе высшего образования – программе бакалавриата

## ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки высшего образования:

## 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

## Направленность (профиль) образовательной программы:

## Электроснабжение

### Квалификация выпускника:

## Бакалавр

### Выпускающая кафедра:

## Общенаучных дисциплин

Курс: 4 Семестр: 8

Трудоёмкость: 9 ЗЕ

## Лысьва

Оценочные материалы и программа государственной итоговой аттестации разработаны на основании:

- самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт по направлению подготовки высшего образования – бакалавриат 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника; (уровень бакалавриата), принятый Ученым советом ПНИПУ 28.02.2019, протокол №6 и введенный в действие с 01.03.2019 приказом ректора от 05.03.2019 № 16-О;
- «Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры», утвержденным приказом Минобрнауки России от 29.06.2015 № 636;
- компетентностной модели выпускников ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), программа бакалавриата «Электроснабжение», утвержденной 25.12.2024;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), программа бакалавриата «Электроснабжение», утвержденной 26.09.2024.

Оценочные материалы и программа государственной итоговой аттестации согласованы с рабочими программами всех дисциплин, включает перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы; описание показателей и критерии оценивания компетенций, а также шкалы оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы; методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы.

Разработчики:

Ст. преподаватель кафедры ОНД

В.Г. Лопатин

Оценочные материалы и программа государственной итоговой аттестации рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Общенаучных дисциплин» с участием представителей работодателей 16.12.2024, протокол №15.

Доцент с и.о. зав. кафедрой ОНД

М.Е. Жалко

СОГЛАСОВАНО:

от ПНИПУ:

Начальник управления

Д.С. Репецкий

СОГЛАСОВАНО

от основных работодателей:

Главный энергетик

ООО «Лысьвенфтемаш»

В.В. Карпукович



Начальник Лысьвенского участка  
Восточного отделения  
ПАО «Пермэнергосбыт»

Д.Н. Лобынцев



<b>1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....</b>	4
<b>1.1 Структура государственной итоговой аттестации .....</b>	4
<b>1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности, предусмотренные основной образовательной программой .....</b>	4
<b>1.3 Требования к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы .....</b>	4
<b>2 ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ.....</b>	7
<b>2.1 Общие положения. Перечень компетенций и их компонентов (результатов обучения), оцениваемых на государственном экзамене.....</b>	7
<b>2.2 Показатели оценки результатов формирования компетенций, проверяемых в ходе государственного экзамена .....</b>	8
<b>2.3 Структура и тематика практических заданий государственного экзамена .....</b>	10
<b>2.4 Содержание ОУМ дисциплин, проверяемых на государственном экзамене.....</b>	11
<b>2.5 Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену .....</b>	14
<b>2.6 Оценочные средства для государственного экзамена .....</b>	17
<b>2.7 Диагностические средства для государственного экзамена .....</b>	18
<b>3 ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНЫМ КВАЛИФИКАЦИОННЫМ РАБОТАМ И ПОРЯДКУ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ.....</b>	26
<b>3.1 Общие положения. Перечень компетенций, проверяемых в ходе выполнения выпускной квалификационной работы.....</b>	26
<b>3.2 Требования к выпускным квалификационным работам .....</b>	28
<b>3.3 Порядок выполнения и защиты выпускных квалификационных работ .....</b>	41
<b>Приложения .....</b>	50
Приложение 1 Форма оценочного листа члена ГЭК по приёму госэкзамена .....	50
Приложение 2 Форма титульного листа ВКР .....	51
Приложение 3 Форма задания на выполнение ВКР .....	52
Приложение 4 Календарный график выполнения ВКР .....	53
Приложение 5 Форма отзыва руководителя ВКР .....	54
Приложение 6 Форма оценочного листа.....	55
Приложение 7 Перечень тем ВКР, предлагаемых обучающимся .....	56
Приложение 8 Пример оформления реферата ВКР .....	57

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1 Структура государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация (ГИА) включает:

- государственный экзамен;
- защиту выпускной квалификационной работы.

Программа ГИА содержит перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы; описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы; методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы.

### 1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности, предусмотренные основной образовательной программой

В соответствии с СУОС выпускник по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, с квалификацией (степенью) «бакалавр», должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности:

- проектная;
- научно-исследовательская.

Выпускник по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (степенью) «бакалавр» должен быть подготовлен к решению следующих профессиональных задач по видам профессиональной деятельности:

а) проектная деятельность:

- сбор и анализ данных для проектирования;
- участие в расчётах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации и стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
- проведение обоснования проектных расчётов.

б) научно-исследовательская деятельность:

- изучение и анализ научно-технической информации;
- применение стандартных пакетов прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов;
- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов;
- составление обзоров и отчётов по выполненной работе.

### 1.3 Требования к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы

В результате освоения программы бакалавриата у выпускника должны быть сформированы следующие компетенции:

Таблица 1.1 – Перечень компетенций, проверяемых в ходе ГИА

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции выпускника образовательной программы
<b>Универсальные компетенции</b>	
Системное и критическое мышление	<b>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
Разработка и реализация проектов	<b>УК-2.</b> Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
Командная работа и лидерство	<b>УК-3.</b> Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
Коммуникация	<b>УК-4.</b> Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
Межкультурное взаимодействие	<b>УК-5.</b> Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровье сбережение)	<b>УК-6.</b> Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни <b>УК-7.</b> Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
Безопасность жизнедеятельности	<b>УК-8.</b> Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
Инклюзивная компетентность	<b>УК-9.</b> Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах.
Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	<b>УК-10.</b> Способен принимать обоснованные экономические решения в различных отраслях жизнедеятельности.
Гражданская позиция	<b>УК-11.</b> Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
Информационная культура	<b>ОПК-1.</b> Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности <b>ОПК-2.</b> Способен разрабатывать алгоритмы и Компьютерные программы, пригодные для практического применения
Фундаментальная подготовка	<b>ОПК-3.</b> Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	<b>ОПК-4.</b> Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин <b>ОПК-5.</b> Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчётах параметров и режимов объ-

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции выпускника образовательной программы
	ектов профессиональной деятельности <b>ОПК-6.</b> Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>Обязательные профессиональные компетенции выпускников направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</b>	
Научные исследования	<b>ПКО-1.</b> Способен участвовать в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах.
<b>Профессиональные компетенции выпускников направленности подготовки «Электроснабжение»</b>	
<b>Тип задач профессиональной деятельности:</b>	
<b>1. Научно-исследовательский</b>	
Научно-исследовательская	<b>ПК-1.1.</b> Способность использовать современные информационные технологии, управлять информацией с использованием прикладных программ, использовать сетевые Компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ в своей предметной области
<b>Тип задач профессиональной деятельности:</b>	
<b>1. Проектный</b>	
Проектная	<b>ПК-2.1.</b> Способность рассчитывать схемы и режимы работы электроэнергетических установок различного назначения определять состав оборудования и его параметры <b>ПК-2.3.</b> Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования <b>ПК-2.4.</b> Способность проводить обоснование проектных решений <b>ПК-2.6.</b> Способен выполнять подготовку технических решений проектов системы электроснабжения

## 2 ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

### **2.1 Общие положения. Перечень компетенций и их компонентов (результатов обучения), оцениваемых на государственном экзамене**

Государственный экзамен проводится в формате комплексного междисциплинарного испытания, определяемого Положением о государственной итоговой аттестации выпускников университета.

На государственном экзамене оцениваются результаты обучения по дисциплинам (знания, умения, навыки), соотнесённые с планируемыми результатами ОПОП по направлению бакалавриата 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника – компетенциями выпускников.

Таблица 2.1 – Перечень компетенций, проверяемых в ходе государственного экзамена

Формулировка компетенции СУОС		Формулировка компонентов компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
1. Профессиональные компетенции			
1.1. Профессиональные компетенции по видам деятельности			
ОПК-4	Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.	ОПК-4 ГИА	<p><b>ИД-1<sub>ОПК-4</sub>.</b> Знает теоретические основы электротехники, основы энергетики принципы работы и характеристики электрических машин различных типов.</p> <p><b>ИД-2<sub>ОПК-4</sub>.</b> Умеет применять метод анализа, моделирования электрических цепей постоянного и переменного тока, режимов работы трансформаторов, электрических машин.</p> <p><b>ИД-3<sub>ОПК-4</sub>.</b> Владеет навыками расчета и анализа электрических цепей, объектов энергетики, режимов работы электрических машин разных типов.</p>
ПК-2.1	Способность рассчитывать схемы и режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры	ПК-2.1 ГИА	<p><b>ИД-1<sub>ПК-2.1</sub>.</b> Знает основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения.</p> <p><b>ИД-2<sub>ПК-2.1</sub>.</b> Умеет проектировать схемы, электротехнические и электроэнергетические установки.</p> <p><b>ИД-3<sub>ПК-2.1</sub>.</b> Владеет навыками расчета схем и режимов работы электронных и электротехнических установок.</p>
ПК-2.3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	ПК-2.3 ГИА	<p><b>ИД-1<sub>ПК-2.3</sub>.</b> Знает состав, этапы, последовательность и особенности предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.</p> <p><b>ИД-2<sub>ПК-2.3</sub>.</b> Умеет применять основные подходы и методики, программные и технические средства пред проектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и</p>

Формулировка компетенции СУОС			Формулировка компонентов компетенции
Код	Содержание	Код	Содержание
			экономические требования. <b>ИД-3<sub>ПК-2.3</sub>.</b> Владеет навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
ПК-2.4	Способность проводить обоснование проектных решений	ПК-2.4 ГИА	<b>ИД-1<sub>ПК-2.4</sub>.</b> Знает нормативные требования и основные критерии оценки принимаемых проектных решений; структуру и правила оформления проектных и отчётных документов. <b>ИД-2<sub>ПК-2.4</sub>.</b> Умеет формировать обоснованные проектные решения по объектам профессиональной деятельности; оформлять проектные и отчётные документы. <b>ИД-3<sub>ПК-2.4</sub>.</b> Владеет навыками публичной защиты проектов и отчётов; проводить доработку проектов и отчётов с учётом высказанных замечаний.

Государственный экзамен организован по междисциплинарному принципу и содержит основные учебные модули (ОУМ) дисциплин Блока 1 (Б1) Дисциплины (модули) вариативной части (обязательной) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), программа бакалавриата «Электроснабжение»:

**Б1.Б.18** Электрические машины

**Б1.В.07** Электроснабжение

**Б1.В.11** Электрические станции и подстанции

**Б1.В.16** Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем.

## 2.2 Показатели оценки результатов формирования компетенций, проверяемых в ходе государственного экзамена

На государственном экзамене оцениваются результаты обучения по данным дисциплинам (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы – компетенциями выпускников.

Таблица 2.2 – Показатели оценки результатов формирования компетенций, проверяемых в ходе государственного экзамена

№ п.п	Код компете- нции	Перечень компонентов	Средства оценки
1	ОПК-4 ГИА	<p><b>Знает:</b></p> <p>теоретические основы электротехники, основы энергетики, принципы работы и характеристики электрических машин различных типов (з-1);</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять метод анализа, моделирования режимов работы трансформаторов, электрических машин постоянного и переменного тока, электрических цепей (у-1);</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками расчёта и анализа электрических цепей, объектов энергетики, режимов работы электрических машин разных типов (в-1).</li> </ul>	<p>Теоретические вопросы государственного экзамена</p> <p>Практические задания</p>

№ п.п	Код компете- нции	Перечень компонентов	Средства оценки
2	ПК-2.1 ГИА	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– схемы электроснабжения, состав электрооборудования, режимы работы систем электроснабжения (з-2);</li> <li>– схемы, состав оборудования, режим работы систем релейной защиты (з-3);</li> </ul> <p>Электроэнергетические системы и сети (з-4);</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проектировать схемы электроснабжения, системы электроснабжения (у-2);</li> <li>– проектировать схемы релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем (у-3);</li> </ul> <p>проектировать электроэнергетические системы и сети (у-4).</p> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками расчёта схем электроснабжения и режимов работы систем электроснабжения (в-2);</li> <li>– навыками расчёта схем релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем (в-3);</li> <li>– навыками расчёта схем и режимов работы электроэнергетических систем и сетей (в-4).</li> </ul>	<p>Теоретические вопросы государственного экзамена</p> <p>Практические задания</p>
3	ПК-2.3 ГИА	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– состав, этапы, последовательность и особенности предпроектного обследования и проектирования электрических станций и подстанций в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (з-5);</li> </ul> <p>состав, этапы, последовательность и особенности предпроектного обследования и проектирования релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (з-6).</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования электрических станций и подстанций в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (у-5);</li> </ul> <p>применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (у-6).</p> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования электрических станций и подстанций в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (в-5);</li> <li>– навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проекти-</li> </ul>	<p>Теоретические вопросы государственного экзамена</p> <p>Практические задания</p>

№ п.п	Код компете- нции	Перечень компонентов	Средства оценки
		рования релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные экологические требования (в-6)	
4	ПК-2.4 ГИА	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>нормативные требования, используемые при разработке схем электроэнергетического оборудования, а также структуру и правила оформления проектных документов (з-7);</li> <li>нормативные требования и основные критерии оценки проектных решений, а также структуру и правила оформления проектных документов в части систем электроснабжения (з-8);</li> </ul> <p>нормативные требования и основные критерии оценки принимаемых проектных решений в электроэнергетических системах и сетях (з-9)</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>формировать обоснованные проектные решения по составу электроэнергетического оборудования и его основных параметров, а также оформлять проектные и отчётные документы, (у-7);</li> <li>формировать проектные решения по объектам системы электроснабжения, а также оформлять проектные и отчётные документы (у-8);</li> </ul> <p>формировать обоснованные проектные решения в электроэнергетических системах и сетях (у-9)</p> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками защиты проектных решений по составу электроэнергетического оборудования и его основных параметров, а также навыками доработки проектов с учётом полученных замечаний (в-7);</li> <li>- навыками защиты проектных решений, а также навыками доработки проектов с учётом полученных замечаний (в-8)</li> <li>- навыками публичной защиты проектов электроэнергетических систем и сетей (в-9)</li> </ul>	<p>Теоретические вопросы государственного экзамена</p> <p>Практические задания</p>

### 2.3 Структура и тематика практических заданий государственного экзамена

Государственный экзамен предусматривает выполнение теоретических и практических заданий, нацеленных на выявление профессиональной компетенции выпускников бакалавриата для решения профессиональных задач в области промышленного и гражданского строительства. Виды заданий по дисциплинам приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Виды заданий по дисциплинам, проверяемым в ходе государственного экзамена

№ п.п.	Дисциплина государственного экзамена	Вид задания
1	<b>Б1.Б.18</b> Электрические машины	Теоретическое задание. Практическое задание.
2	<b>Б1.В.07</b> Электроснабжение	Теоретическое задание. Практическое задание.
3	<b>Б1.В.11</b> Электрические станции и подстанции	Теоретическое задание. Практическое задание.
4	<b>Б1.В.16</b> Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	Теоретическое задание. Практическое задание.

Каждый экзаменационный билет состоит из 4 заданий (3 теоретических вопроса по 3 дисциплинам и одно практическое задание). Ответы на теоретические и практические задания оформляются в письменной форме и должны быть представлены как полный и законченный устный ответ. Теоретические и практические задания билета включают вопросы, рассмотренные при изучении дисциплин в семестрах.

## 2.4 Содержание ОУМ дисциплин, проверяемых на государственном экзамене

### ОУМ-1. Электрические машины

**Введение.** Физические законы, лежащие в основе работы электромеханических преобразователей энергии. Материалы, применяемые в электромашиностроении. Перспективы развития электрических машин. Устройство и принцип действия трансформатора. Основные уравнения, векторные диаграммы трансформатора. Определение параметров по схеме замещения. Определение параметров трансформатора опытным путём. Группы соединения обмоток и параллельная работа трансформаторов. Трёхобмоточные трансформаторы и трансформаторы специального назначения. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии и магнитная цепь асинхронной машины. Рабочий процесс трехфазного асинхронного двигателя. Скольжение. Режимы работы. Электромагнитный момент и рабочие характеристики асинхронного двигателя. Пуск, регулирование скорости и торможение асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. Способы возбуждения и устройство синхронных машин. Магнитное поле и характеристики синхронных генераторов. Синхронный двигатель и синхронный компенсатор. Принцип действия и устройство машин постоянного тока. Магнитное поле машины постоянного тока. Обмотки и ЭДС. Коммутация в машинах постоянного тока. Реакция якоря. Генераторы постоянного тока (способы возбуждения, характеристики). Коллекторные двигатели (способы возбуждения, характеристики, пуск). Машины специального назначения (однофазные асинхронные, шаговые, универсальные, тахогенераторы и др.).

### ОУМ-2. Электроснабжение

**Балансы мощности и электроэнергии.** Электрические нагрузки. Потери в системе электроснабжения. Реактивная мощность и снижение ее потребления.

**Компенсация реактивной мощности.** Понятие реактивной мощности (РМ). Область применения поперечной компенсации РМ. Схемы подключения компенсирующих устройств (КУ) при поперечной компенсации. Выбор мощности и места установки КУ при поперечной компенсации в магистральной и радиальной схемах. Назначение и область применения продольной компенсации. Повышение предела пропускной способности линий электропередачи по углу. Улучшение потока распределения в сетях. Снижение потери напряжения с помощью компенсации РМ. Схемы подключения компенсирующих устройств (КУ) при поперечной компенсации. Выбор числа и мощности конденсаторов при продольной компенсации

**Выбор силовых трансформаторов напряжения.** Классификация электрических нагрузок. Выбор схемы подключения трансформаторов подстанции. Выбор типа трансформаторов. Расчет числа и мощности трансформаторов.

**Выбор сечений линий электропередачи.** Факторы, влияющие на выбор сечения линии. Выбор сечения по нагреву расчетным током. Выбор сечения по нагреву током короткого замыкания. Выбор сечения по потерям напряжения.

**Короткие замыкания.** Определение короткого замыкания (КЗ). Виды и места возникновения КЗ. Последствия КЗ. Электродинамическое и термическое действие токов КЗ. Алгоритм расчёта токов КЗ. Выбор места расположения точек КЗ. Расчётная схема и схема замещения. Система относительных и именованных единиц. Определение трёхфазного тока КЗ. Определение тока подпитки КЗ от синхронных электродвигателей в сетях выше 1 кВ. Определение токов не симметричного КЗ.

**Качество электрической энергии.** Основные и вспомогательные показатели качества электрической энергии. Их нормирование и контроль в системах промышленного электро-

снабжения. Несинусоидальность напряжения. Несимметрия напряжения. Отклонение и размах колебаний частоты. Размах изменения напряжения. Доза фликера. Длительность провала напряжения. Импульс напряжения. Коэффициент временного перенапряжения. Способы и средства улучшения качества электрической энергии.

Основные понятия о противоаварийной автоматике СЭС: назначение, виды, структура.

Устройства защиты системы электроснабжения. Назначение устройств защиты. Устройства защиты системы электроснабжения от токовых перегрузок (их виды, конструкция, достоинства и недостатки). Устройства защиты от перенапряжений (их виды, конструкция, достоинства и недостатки). Условия выбора предохранителей, автоматических выключателей, ограничителей перенапряжения.

Перенапряжения. Определение перенапряжения. Причины возникновения и классификация перенапряжений. Защита от атмосферных и внутренних перенапряжений (применимые устройства и схемы защиты).

Основные понятия и определения. Анализ нормативной базы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Типовые энергосберегающие мероприятия и их расчет. Приборная база для проведения энергетических обследований.

### **ОУМ-3. Электрические станции и подстанции**

Виды схем и их назначение. Структурные схемы. Полные и упрощенные принципиальные схемы. Оперативные схемы. Графические и буквенно-цифровые обозначения элементов электроустановок в электрических схемах.

Основные требования к главным схемам электроустановок. Факторы, влияющие на выбор схем электроустановок. Основные требования к схемам электроустановок: надежность, ремонтопригодность, оперативная гибкость, экономическая целесообразность.

Структурные схемы основных электрических станций и подстанций. Структурные схемы ТЭЦ. Структурные схемы КЭС и ГЭС. Структурные схемы подстанций. Общие сведения о проектировании электрической части основных электрических станций и подстанций.

Выбор числа и мощности трансформаторов связи на ТЭЦ. Выбор числа и мощности трансформаторов связи на ТЭЦ с поперечными связями на генераторном напряжении. Выбор числа и мощности трансформаторов связи на ТЭЦ с блочным присоединением генераторов.

Выбор числа и мощности трансформаторов связи на КЭС и ГЭС. Выбор числа и мощности автотрансформаторов связи. Выбор мощности автотрансформаторов при установке в блоке с генератором.

Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции. Выбор числа и мощности трансформаторов и автотрансформаторов на подстанциях. Применение централизованного трансформаторного резерва в схемах электроснабжения.

Выбор и проверка основного электрооборудования электрических станций и подстанций. Выбор и проверка коммутационных аппаратов: выключателей, разъединителей, отключателей, короткозамыкателей. Выбор и проверка измерительных аппаратов: трансформаторов тока и напряжения, конденсаторов связи и отбора мощности, ВЧ заградителей. Выбор и проверка ограничивающих аппаратов: дугогасящих и токоограничивающих реакторов, разрядников, ограничителей перенапряжений. Выбор и проверка шинопроводов и опорных изоляторов.

Основные вопросы компоновки распределительных устройств электрических станций и подстанций. Требования к компоновке низковольтных распределительных устройств. Требования к компоновке высоковольтных распределительных устройств. Применение заземляющих устройств и устройств оперативной блокировки в распределительных устройствах электрических станций и подстанций. Требования к размещению оборудования в распределительных устройствах 6 кВ и выше.

Схема с одной системой сборных шин. Схема с одной несекционированной системой сборных шин: устройство, достоинства, недостатки, указания по применению. Схема с одной системой сборных шин, секционированной выключателем: устройство, достоинства, недос-

татки, указания по применению. Применение схемы с одной системой шин в генераторных распределительных устройствах.

Схема с двумя системами сборных шин. Схема с двумя системами сборных шин: устройство, режимы работы, достоинства, недостатки, указания по применению.

Упрощенные схемы РУ. Схемы: блок трансформатор-линия с выключателем ВН; блок трансформатор-линия с отделителем; два блока с отделителями и неавтоматической переключкой; мостик с выключателями – устройство, режимы работы, достоинства, недостатки, указания по применению.

Кольцевые схемы. Кольцевые схемы: устройство, режимы работы, достоинства, недостатки, указания по применению. Схемы с обходными системами шин. Схемы с одной рабочей и обходной системами шин: устройство, режимы работы, достоинства, недостатки, указания по применению. Схемы с двумя рабочими и обходной системами шин: устройство, режимы работы, достоинства, недостатки, указания по применению

Схема с дробным числом выключателей на присоединение. Схема с двумя системами шин и тремя выключателями на две цепи: устройство, режимы работы, достоинства, недостатки, указания по применению Схема с двумя системами шин и четырьмя выключателями на три цепи: устройство, режимы работы, достоинства, недостатки, указания по применению.

Главные схемы КЭС. Требования к схемам мощных тепловых электростанций. Схемы блоков: генератор-трансформатор; генератор-трансформатор-линия – устройство, режимы работы, достоинства, недостатки, указания по применению. Типовые схемы мощных КЭС.

Главные схемы ТЭЦ. Схемы ТЭЦ со сборными шинами генераторного напряжения: устройство, указания по применению. Схемы блочных ТЭЦ: устройство, указания по применению.

Главные схемы ГЭС и ГАЭС. Особенности ГЭС. Схемы электрических соединений ГЭС. Схемы электрических соединений ГАЭС.

Главные схемы подстанций. Общие сведения. Схемы тупиковых и ответвительных подстанций. Схемы проходных подстанций. Схемы мощных узловых подстанций.

Схемы электроснабжения собственных нужд ТЭС. Основные требования и источники электроснабжения. Схемы собственных нужд КЭС. Схемы собственных нужд ТЭЦ.

Схемы питания собственных нужд ГЭС. Потребители собственных нужд ГЭС. Типовые схемы питания собственных нужд ГЭС.

Схемы питания собственных нужд подстанций. Потребители собственных нужд подстанций. Выбор числа и мощности трансформаторов собственных нужд подстанций. Типовые схемы питания собственных нужд подстанций.

#### **ОУМ-4. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем**

Виды повреждений в СЭС и требования к РЗиА Повреждения и ненормальные режимы работы системы электроснабжения и её отдельных элементов. Векторные диаграммы токов и напряжений при коротких замыканиях (КЗ) в системе электроснабжения. Требования к устройствам релейной защиты и автоматики. Характеристики токов и напряжений в нормальных аварийных режимах распределительных электрических сетей и основных электроприёмников.

Вопросы автоматического управления системами электроснабжения Общие вопросы теории и практики автоматического и автоматизированного управления в системах электроснабжения. Назначение и виды устройств релейной защиты и автоматики в системах электроснабжения.

Первичные измерительные преобразователи Трансформаторы тока в устройствах релейной защиты. Измерительные и логические реле. Источники оперативного тока. Применение основных типов релейной защиты; расчёты и выбор параметров аппаратов.

Виды токовых защит Токовые защиты линий с односторонним питанием от междупофазных КЗ. Максимальная токовая защита. Токовая отсечка. Токовая защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени. Типовые схемы измерительных органов токовых защит. Принципиальные схемы токовых защит. Токовые защиты с использованием предохранителей с плавкой вставкой и автоматических выключателей.

Токовые защиты сетей электроснабжения Токовая защита линий от замыканий на землю в сети с заземленной, изолированной и компенсированной нейтралью. Релейная защита линий с двухсторонним питанием. Токовая направленная защита. Дистанционная защита линии. Сопротивление и время срабатывания ступеней дистанционной защиты, реле направления мощности, «Девяностоградусная» схема включения реле направления мощности.

Виды дифференциальных токовых защит Продольная дифференциальная токовая защита линии. Поперечная дифференциальная токовая защита сдвоенной линии. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита параллельных линий.

Релейная защита трансформаторов Релейная защита трансформаторов. Основные защиты трансформатора (двухступенчатая токовая защита, газовая защита, продольная дифференциальная токовая защита). Резервные защиты трансформатора.

Релейная защита электрических двигателей Релейная защита электрических двигателей. Двухступенчатая токовая защита, продольная дифференциальная токовая защита. Защита двигателей от перегрузки, защита от исчезновения питания, защита двигателей от однофазных и двойных замыканий на землю в цепи статора. Защита синхронного двигателя от асинхронного хода.

Автоматизированное управление состоянием схем питания потребителей Области автоматизированного управления состояниями схем питания потребителей и электроприёмников; характеристики и выбор аппаратов автоматического повторного включения, ввода резервного электрооборудования, синхронизации и др. Основные принципы регулирования частоты в электроэнергетических системах. Возможные последствия возникновения дефицита активной мощности в системе. «Лавина» частоты. Регулирующий эффект нагрузки, принципы организации автоматической частотной разгрузки (АЧР). Быстро действующая и медленно действующая категории АЧР. АПВ после АЧР. Реле частоты, принципиальная схема АЧР.

Автоматическое повторное включение Возможности ускорения действия защиты линий при наличии АПВ. Требования к устройствам АПВ. Механическое и электрическое АПВ. АПВ трансформатора. АПВ линий с односторонним питанием.

Автоматический ввод резерва Требования к устройствам АВР; одностороннее и двухстороннее АВР. АВР трансформатора. АВР линии.

Противоаварийная автоматика силовых трансформаторов Автоматическое отключение трансформатора на подстанции, выполненной по упрощенной схеме. Автоматическая аварийная разгрузка трансформатора. Автоматическое управление режимами трансформатора. Автоматическое регулирование коэффициента трансформации понижающего трансформатора.

Противоаварийная автоматика синхронных машин Автоматическое регулирование возбуждения синхронных машин, регулирование возбуждения по возмущающему воздействию и по отклонению напряжения от установленного значения. Автоматическое управление конденсаторными батареями.

Автоматизация диспетчерского управления системами электроснабжения Основные сведения о телемеханизации и диспетчерском управлении. Телемеханизация как основа автоматизации диспетчерского управления системой электроснабжения. Понятие сообщения, сигнала, помехи, канала связи, информации. Количественная мера информации. Виды телемеханической информации.

Передача данных в системах электроснабжения Несущий процесс, виды модуляции, кодоимпульсная модуляция. Помехозащитные коды. Принципы построения и структура кодоимпульсного устройства телемеханики. Примеры современных кодо-импульсных устройств телемеханики ближнего действия.

## 2.5 Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену

### 2.5.1 Рекомендуемая литература

#### по дисциплине «Электрические машины»

1. Беспалов, В.Я. Электрические машины: учебник / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 320 с. : ил. - (Бакалавриат).

2. Кацман, М.М. Электрические машины : учебник для вузов / М.М. Кацман. - 3-изд., испр. - М.: Высшая школа, 2000. - 463 с. : ил. Копылов, И.П. Электрические машины: учебник для вузов / И.П. Копылов. - 2-е изд., перераб. - М.: Логос, 2000. - 607 с
3. Беспалов, В.Я. Электрические машины: учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец. - 3-е изд., стер. - М.: ИЦ Академия, 2010. - 320 с.: ил.
4. Проектирование электрических машин: учебник для вузов / И.П. Копылов, Б.К. Клоков, В.П. Морозкин [и др.]; под ред. И.П. Копылова. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Высшая школа, 2002. - 757 с.

**по дисциплине «Электроснабжение»**

1. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий : учеб. пособие для вузов / Э.А. Киреева. - М.: КНОРУС, 2011. - 368 с.
2. Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов: учеб. пособие для студ. учреждений сред. Проф. образования / Е.А. Конюхова. - М.: Мастерство, 2001. - 320 с. : ил.
3. Шеховцов, В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения [Текст]: учебное пособие для студентов учреждений СПО / В.П. Шеховцов. - 3-е изд., испр. - М. ФОРУМ: ИНФРА-М, 2016. - 216 с. : ил.
4. Электроснабжение промышленных предприятий: учебно - справочное пособие [Текст] / Кудрин Б.И. - Москва: Теплотехник, 2009. - 698 с.

**по дисциплине «Электрические станции и подстанции»**

1. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник для среднего профессионального образования / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. - М.: Академия, 2008.

**по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»**

1. Чернобровов, Н. В. Релейная защита: учебное пособие для техникумов / Н.В. Чернобровов. - Москва: Энергия, 1971.-624 с.
2. Федосеев, А.М. Релейная защита электроэнергетических систем. Релейная защита сетей/А.М. Федоссев.-М.: Энергоиздат,1984.-520 с.

**Электронная учебно-методическая литература**

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет /локальная сеть; авторизованный/ свободный доступ)
Основная	Ванурин, В.Н. Статорные обмотки асинхронных электрических машин/ В.Н. Ванурин.— 2-е изд., испр. и доп. — Электрон. Версия учебника. — СПб. : Лань, 2016. — 224 с.	<a href="http://e.lanbook.com/book/8993">http://e.lanbook.com/book/8993</a>	сеть Интернет/авторизованный
Основная	Ванурин, В.Н. Электрические машины/ В.Н. Ванурин. —Электрон. версия учебника.— СПб. : Лань, 2016. — 304 с.	<a href="http://e.lanbook.com/book/72974">http://e.lanbook.com/book/72974</a>	сеть Интернет/авторизованный
Основная	Епифанов, А.П. Электрические машины: учебник. — СПб. : Лань, 2006. — 264 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература).	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=591">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=591</a>	сеть Интернет/авторизованный
Основная	Епифанов, А.П. Электрические машины [Электронный ресурс] : учебник/ А.П. Епифанов, Г.А. Епифанов. — Электрон.	<a href="https://e.lanbook.com/book/95139">https://e.lanbook.com/book/95139</a>	сеть Интернет/авторизованный

	дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 300 с.		
Основная	Встовский, А.Л. Электрические машины: учебное пособие / А.Л. Встовский. – Красноярск: СФУ, 2013. – 464 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/45691">https://e.lanbook.com/book/45691</a>	сеть Интернет/авторизованный
Основная	Ковалев, В.З. Электрические машины : учебное пособие / В.З. Ковалев, А.Г. Щербаков. — Ханты-Мансийск :ЮГУ, 2018. — 286 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/148998">https://e.lanbook.com/book/148998</a>	сеть Интернет/авторизованный
Дополнительная	Кузнецов, М.И. Электрические машины: лаб. практикум/ М.И. Кузнецов, А.М. Костыгов, Д.А. Даденков; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. -Электрон. версия учебного пособия. - Пермь :изд-во ПНИПУ, 2015. - 184 с.	<a href="http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=2672">http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=2672</a>	сеть Интернет/авторизованный
Дополнительная	Электрические машины: учебное пособие (практикум)/ составители И.Г. Романенко, М.И. Данилов, О.И. Юдина. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. – 128с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/92779.html">http://www.iprbookshop.ru/92779.html</a>	сеть Интернет/авторизованный
Основная	Белоусов, А.В. Электроснабжение: учебное пособие / А.В. Белоусов, А.В. Сапрыка. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. – 155 с.	<a href="https://www.iprbookshop.ru/80454.html">https://www.iprbookshop.ru/80454.html</a>	сеть Интернет/авторизованный
Основная	Боцман, В.В. Электроснабжение: 2019-08-27 / В.В. Боцман. – Белгород: БелГАУ им. В.Я. Горина, 2019. – 144 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/123352">https://e.lanbook.com/book/123352</a>	сеть Интернет/авторизованный
Основная	Сташкевич, А.С. Электрические станции и подстанции: учебное пособие / А.С. Сташкевич. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 108 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/159874">https://e.lanbook.com/book/159874</a>	сеть Интернет/авторизованный
Основная	Вичкуткина, А.П. Электрические станции и подстанции: учебное пособие / А.П. Вичкуткина, А.А. Булатов. – Уральск : ЗКАТУ им. Жангир хана, 2021. – 87 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/369428">https://e.lanbook.com/book/369428</a>	сеть Интернет/авторизованный
Основная	Релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие / М.В. Андреев, Н.Ю. Рубан, А.А. Суворов [и др.]. - Томск: Томский политехнический университет, 2018.	<a href="https://e.lanbook.com/book/113201">https://e.lanbook.com/book/113201</a>	сеть Интернет/авторизованный
Основная	Щеглов А. И. Релейная защита электрических сетей : учеб. пособие / Щеглов А. И., Белоглазов А. В. - Новосибирск: НГТУ, 2015.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lan_RU-LAN-BOOK-118170">http://elib.pstu.ru/Record/lan_RU-LAN-BOOK-118170</a>	сеть Интернет/авторизованный
Основная	Куксин, А.В. Релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие / А.В. Куксин. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 200 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/192800">https://e.lanbook.com/book/192800</a>	сеть Интернет/авторизованный

### 2.5.2. Средства обеспечения

Наглядные пособия: макеты, плакаты и схемы, используемые в учебном процессе.

## 2.6 Оценочные средства для государственного экзамена

### 2.6.1 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы на государственном экзамене

К государственному экзамену (ГЭ) допускаются студенты, завершившие полный курс обучения по основной профессиональной образовательной программе и успешно сдавшие все предшествующие экзамены, и зачёты, регламентированные учебным планом направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), программа бакалавриата «Электроснабжение».

ГЭ проводится в форме междисциплинарного экзамена в сроки, установленные графиком учебного процесса. Для подготовки и сдачи ГЭ до сведения студентов заблаговременно (не позднее, чем за 6 месяцев до экзамена) должна быть доведена следующая информация, касающаяся программы и процедуры проведения ГЭ.

#### **Программа государственного экзамена.**

Программа ГЭ содержит развернутое изложение содержания основных учебных модулей (ОУМ), выносимых на экзамен. Программа обсуждается выпускающей кафедрой с учётом рекомендаций основных работодателей и утверждается ректором университета. Перед экзаменом проводится цикл консультаций и установочных лекций по программе государственного экзамена, как правило, в объеме 6 учебных часов.

Экзаменационные билеты составляются выпускающей кафедрой и содержат 3 теоретических задания и одно практическое задание. Экзаменационные билеты подписываются заведующим кафедрой, хранятся на выпускающей кафедре и выдаются студентам непосредственно на экзамене. Экзаменационный билет состоит из заданий, составленных таким образом, чтобы выбор охватываемых ими проблем обеспечивал проверку знаний по дисциплинам, которые формируют профессиональные компетенции выпускника (т.е. несут в себе информацию, непосредственно связанную с задачами профессиональной деятельности).

Члены ГЭК по приему государственного экзамена оценивают результаты сдачи экзамена и вносят их в индивидуальный оценочный лист каждого члена ГЭК.

Результаты итогового экзамена оформляются протоколом (в соответствующей книге протоколов) на каждого экзаменующегося, который заполняется секретарем и подписывается председателем и секретарем комиссии.

Результаты (оценки) государственного экзамена оглашаются в день его проведения. В день объявления результатов государственного экзамена может быть предусмотрена возможность проведения апелляции. Оценка государственного экзамена заносится в зачётную книжку студента, которая подписывается всеми членами ГЭК.

Бланки с ответами по ГЭ хранятся на выпускающей кафедре в течение двух лет вместе с программой государственного экзамена и копией экзаменационной ведомости.

#### **2.6.2. Порядок и критерии оценки результатов сдачи государственного экзамена**

Ответы на вопросы экзаменационного билета оцениваются четырех бальной шкалой:

Оценка «отлично» выставляется, если выпускник при ответе на вопрос показал:

правильные знания и уверенные действия по применению полученных знаний при написании ответа на теоретические и практическое задания;

Оценка «хорошо» выставляется, если выпускник проявил:

правильные действия по применению полученных знаний при написании ответа на теоретические и практическое задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если:

показаны в целом правильные действия по применению полученных знаний при написании ответа на теоретические и практическое задания.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обнаружено:

неумение применять знания при составлении ответа на теоретические и практическое задания.

Учитывая, что готовность выпускника к профессиональной деятельности является основной целью образовательной программы, следует считать уровень подготовки выпускника

соответствующим требованиям, если студент в ходе государственного экзамена демонстрирует комплекс знаний, умений и навыков, свидетельствующий о его готовности (способности) решать задачи профессиональной деятельности в типовых ситуациях без погрешностей принципиального характера.

При оценке уровня сформированности компетенций, проверяемых в ходе государственного экзамена в рамках выборочного контроля считается, что *полученная оценка за компонент (знания, умения, владения), проверяемой в билете обобщается на соответствующий компонент всех проверяемых компетенций.*

Оценочный лист государственного экзамена является инструментом для оценивания уровня освоения компонентов контролируемых компетенций путём агрегирования оценок, полученных студентом за ответы на вопросы и задания билета.

В оценочный лист включаются:

Три оценки за ответы на теоретические вопросы билета по 4-х балльной шкале оценивания (знания).

Две оценки за выполнение практического задания (умения и владения).

Средняя оценка уровня сформированности компетенций.

Итоговая оценка за госэкзамен.

По оценкам за ответы на теоретические вопросы вычисляется средняя оценка уровня сформированности проверяемых компетенций, на основании которой по приведенным ниже критериям выставляется итоговая оценка за госэкзамен. Форма оценочного листа приведена в приложении 1.

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:

«Отлично» – средняя оценка  $> 4,5$ .

«Хорошо» – средняя оценка  $> 3,7$  и  $\leq 4,5$ .

«Удовлетворительно» – средняя оценка  $\geq 3,0$  и  $\leq 3,7$

«Неудовлетворительно» – средняя оценка  $< 3,0$ .

## 2.7 Диагностические средства для государственного экзамена

### 2.7.1 Перечень контрольных заданий, сгруппированных по ОУМ, необходимых для оценки результатов освоения ОПОП

Для комплексного оценивания усвоенных знаний, умений и приобретенных владений представлен перечень вопросов и практических заданий по каждому основному учебному модулю.

#### ОУМ-1. Электрические машины

##### 1. Устройство и принцип действия трансформатора

– Запишите основные уравнения трансформатора при нагрузке и постройте на их основе векторную диаграмму.

– Что такое КПД трансформатора и как его определить, используя опыт холостого хода и короткого замыкания?

– Назовите основные активные элементы трансформатора.

– От чего зависят потери в стали и в обмотках?

– Поясните принцип действия трансформатора при нагрузке.

##### 2. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя

– Чем отличаются асинхронные двигатели по конструкции ротора, преимущества и недостатки этих двигателей?

– Покажите аналитическую зависимость момента от скольжения  $M = f(s)$  асинхронного двигателя и поясните её физический смысл.

– Для каких механизмов применяются асинхронные двигатели?

– Поясните устройство и принцип действия асинхронного двигателя.

- С какой скоростью вращается поле ротора по отношению к полю статора, в чём заключается физический смысл?

3. Аналитическое выражение максимального момента ( $M_{\text{кр}}$ ) асинхронного двигателя и физический смысл мои зависимости.

- К чему приведёт увеличение активного сопротивления в цепи ротора двигателя с фазным ротором?
- К чему приведёт уменьшение подводимого к статору напряжения (покажите на кривой момента  $M = f(s)$ )?
- Запишите и поясните формулу максимального момента ( $M_{\text{кр}}$ ).
- Для чего используется асинхронный двигатель с глубоким пазом на роторе, поясните физический смысл?
- Запишите расчётную формулу момента асинхронной машины. В чём её физический смысл?

4. Покажите практический способ определения КПД трансформатора по данным опытов холостого хода и короткого замыкания.

5. Покажите, как на практике выполняется фазировка обмоток фаз трансформатора при включении его на параллельную работу.

6. Как практически определить начала и концы трехфазной обмотки АД?

#### Практические задания:

1. Мощность, потребляемая трансформатором из сети при активной нагрузке  $P_1 = 500$  Вт. Напряжение сети 100 В. Коэффициент трансформации равен 10. Определить ток нагрузки.

2. В опыте короткого замыкания трансформатора измерены: потребляемая мощность 50 Вт, ток в первичной цепи 10 А и во вторичной цепи 2,5 А. В опыте холостого хода того же трансформатора измерены потребляемая мощность 15 Вт, напряжение питания 100 В. Определить КПД трансформатора при номинальной нагрузке, коэффициент трансформации.

3. Вторичная обмотка трансформатора замкнута накоротко. Токи в обмотках равны номинальным значениям  $I_{1\text{K}} = 2,5$  А,  $I_{2\text{K}} = 10$  А. Напряжение на входе составляет 10 В и составляет 5% от номинального значения. Определить номинальную мощность трансформатора, напряжение на выходе при номинальной нагрузке.

4. Определить мощность  $P_{2\text{ном}}$ , отдаваемую трансформатором потребителю электроэнергии, суммарные потери мощности  $\Sigma P_{\text{ном}}$ , электрические  $P_{31\text{ном}}$ ,  $P_{32\text{ном}}$  и магнитные потери в трансформаторе при номинальном режиме работы. Номинальное линейное напряжение его вторичной обмотки  $U_{2\text{ном}} = 400$  В, линейный ток нагрузки  $I_{2\text{ном}} = 10$  А, линейный ток первичной обмотки  $I_{1\text{ном}} = 0,2$  А, коэффициент мощности  $\cos\phi_{2\text{ном}} = 1$ , КПД трансформатора  $\eta_{\text{ном}} = 0,95$ , активные сопротивления первичной обмотки  $R_1 = 200$  Ом, вторичной  $R_2 = 0,1$  Ом. Потоком рассеяния и током холостого хода пренебречь.

5. Определить коэффициент трансформации  $k$  и действующие значения ЭДС  $E1$  и  $E2$  обмоток однофазного трансформатора при частоте  $f = 100$  Гц, если площадь поперечного сечения магнитопровода  $Sc = 4$  см<sup>2</sup>. Амплитудное значение магнитной индукции  $Bm = 1$  Тл, число витков первичной и вторичной обмоток трансформатора:  $w_1 = 220$  и  $w_2 = 1500$ .

6. Обмотки трехфазного трансформатора типа ТМ-100/6 с номинальной мощностью  $S_{1\text{ном}} = 100$  кВ·А включены по схеме «звезда». Определить коэффициент трансформации  $k$  и КПД трансформатора при номинальной нагрузке ( $\cos\phi_2 = 0,8$ ). Номинальные линейные напряжения  $U_{1\text{ном}} = 6$  кВ,  $U_{2\text{ном}} = 525$  В, линейный ток первичной обмотки  $I_{1\text{ном}} = 10$  А, потери холостого хода при номинальном напряжении  $P_0 = 600$  Вт, потери короткого замыкания при номинальном токе  $P_k = 2400$  Вт.

8. Четырехполюсный трехфазный асинхронный двигатель питается от сети промышленной частоты. При вращающем моменте 67 Н·м скольжение двигателя 5%. При этом суммарная потеря 1,5 кВт. Определить КПД двигателя при указанном вращающем моменте на валу.

9. Шестиполюсная асинхронная машина питается от трехфазной сети с частотой 60 Гц. Сколько же машины равно 0,025. Найти угловую скорость и частоту вращения поля и ротора. Как изменятся эти величины при частоте 400 Гц? В каком режиме работает асинхронная машина?

10. При номинальном режиме работы трехфазного асинхронного двигателя АПД-136/4 с короткозамкнутым ротором, обмотки которого соединены звездой, определить номинальные значения: полезной мощности на валу  $P_{2\text{ном}}$ , КПД  $\eta_{\text{ном}}$  и коэффициент мощности  $\cos\varphi_{1\text{ном}}$ . Подводимая к двигателю мощность  $P_{1\text{ном}} = 10,4$  кВт, номинальный линейный ток  $I_{1\text{ном}} = 21$  А, номинальное линейное напряжение  $U_{1\text{ном}} = 380$  В, номинальная скорость вращения  $\omega_{2\text{ном}} = 149,1$  с<sup>-1</sup>, механические потери мощности  $P_{\text{мех}} = 340$  Вт, суммарные магнитные потери мощности  $P_{\text{м}} = 589,5$  Вт, активное сопротивление фазы обмотки статора  $R_1 = 0,734$  Ом, частота питающего напряжения  $f_1 = 50$  Гц. При расчётах учесть добавочные потери.

11. Определить пусковой  $M_{\text{пуск}}$  и максимальный моменты  $M_{\text{max}}$ , а также пусковой ток  $I_{\text{пуск}}$  асинхронного двигателя при напряжении на его зажимах, пониженном на 20% от номинального напряжения  $U_{1\text{ном}} = 380$  В. Подведенная к двигателю мощность  $P_{1\text{ном}} = 18,4$  кВт, номинальная частота вращения  $n_{2\text{ном}} = 2935$  об/мин, номинальные значения: КПД  $\eta = 0,89$  и коэффициент мощности  $\cos\varphi_{1\text{ном}} = 0,91$ , кратность пускового  $M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}} = 1,5$  и максимального моментов  $M_{\text{max}}/M_{\text{ном}} = 2,3$ , кратность пускового тока при номинальном напряжении  $I_{\text{пуск}}/I_{1\text{ном}} = 7,6$ .

12. Электрические потери в обмотке статора асинхронного двигателя  $P_{31} = 500$  Вт. Подведенная к двигателю мощность  $P_{1\text{ном}} = 13,8$  кВт. Определить электромагнитную мощность, мощность на валу двигателя, электрические потери в обмотке ротора, механические и добавочные потери, если четырёх полюсный двигатель вращается с частотой  $n = 1450$  об/мин., а КПД машины  $\eta = 87\%$ . Частота сети 50 Гц. Магнитные потери в магнитопроводе статора принять равными 2/3 от электрических потерь в обмотке статора.

13. Трехфазный асинхронный двигатель работает от сети напряжением 660 В при соединении обмоток статора звездой. При номинальной нагрузке он потребляет из сети мощность

$P_1 = 16,7$  кВт при коэффициенте мощности  $\cos\varphi_1 = 0,87$ . Частота вращения  $n_{2\text{ном}} = 1470$  об/мин. Требуется определить КПД двигателя, если магнитные потери  $P_{\text{м}} = 265$  Вт, а механические потери  $P_{\text{мех}} = 123$  Вт. Активное сопротивление фазы обмотки статора  $R_1 = 0,8$  Ом, а класс нагревостойкости изоляции двигателя  $F$  (рабочая температура двигателя  $\Theta_{\text{раб}} = 115^{\circ}\text{C}$ ).

14. Двигатель постоянного тока питается от сети напряжением 110 В развивает на валу мощность 5 кВт при частоте вращения 2000 об/мин. Номинальный ток  $I_{1\text{ном}} = 48$  А. Определить врачающий момент на валу двигателя, КПД.

15. Определить начальную кратность пускового тока ДПТ НВ с  $P_{\text{Н}} = 4,5$  кВт при прямом включении в сеть  $U = 220$  В. Сопротивление якоря  $R_{\text{я}} = 0,25$  Ом,  $\eta_{\text{Н}} = 0,85$ . Вычислить сопротивление пускового реостата  $R_{\text{П}}$ , необходимое для снижения пускового тока до 2,5  $I_{\text{Н}}$ .

16. Электродвигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет номинальные данные: питающее напряжение  $U_{\text{ном}} = 220$  В, противо-ЭДС, наводимая в обмотке якоря при номинальном режиме работы  $E_{\text{я ном}} = 202$  В, частота вращения  $n_{\text{ном}} = 1000$  об/мин, КПД  $\eta_{\text{ном}} = 84\%$ , ток, потребляемый из сети,  $I_{\text{ном}} = 30$  А, сопротивление обмотки возбуждения  $R_{\text{в}} = 160$  Ом. Определить номинальные значения: момента на валу двигателя  $M_{\text{в ном}}$ , тока якоря  $I_{\text{я ном}}$ , тока возбуждения  $I_{\text{в ном}}$  и сопротивление обмотки якоря  $R_{\text{я}}$ .

17. Генератор постоянного тока с параллельным возбуждением работает в режиме холостого хода. Сопротивление обмотки якоря 0,2 Ом, сопротивление обмотки возбуждения 120 Ом. Определить ЭДС генератора, если ток возбуждения составляет 2 А.

18. Трехфазный синхронный двигатель включен в сеть с напряжением 660 В. Мощность на валу 25 кВт, линейный ток, потребляемый из сети 60 А, КПД 0,9. Определить реактивную мощность, потребляемую двигателем из сети.

19. Найти электрические потери в статоре и электромагнитную мощность синхронного генератора, который при симметричной нагрузке отдает полезную мощность  $P_1 = 250$  кВт, фазный ток составляет  $I_\phi = 300$  А, активное сопротивление на фазу  $R = 0,12$  Ом.

20. Неявнополюсный синхронный двигатель характеризуется следующими данными: Номинальная мощность  $P_{2H} = 100$  кВт; номинальное напряжение  $U_H = 380$  В; коэффициент мощности  $\cos\phi_H = 0,8$  (опережающий); КПД  $\eta_H = 0,91$ . Обмотка статора соединена треугольником. Определить ток, потребляемый обмоткой двигателя из сети в номинальном режиме.

## ОУМ-2. Электроснабжение

1. Активная и реактивная мощность.
  - Понятие коэффициента мощности.
  - Источники и потребители активной и реактивной мощности.
  - Способы компенсации реактивной мощности в энергосистемах и сетях электроснабжения предприятий.
2. Регулирование напряжения, частоты и мощности в электроэнергетике.
  - Показатели качества электроэнергии.
  - Способы и средства регулирования напряжения, частоты и мощности в электроэнергетике.
    - Виды балансов и резервов мощности.
  - 3. Короткие замыкания в энергосистемах и сетях электроснабжения.
    - Виды и места возникновения коротких замыканий.
    - Способы и средства ограничений токов короткого замыкания на электростанциях, подстанциях, в электрических сетях.
      - Особенности выбора и проектирования энергообъектов и электрических сетей с учетом токов короткого замыкания.
  - 4. Виды потерь в системах электроснабжения
    - Способы снижения потерь.
    - Тангенс угла диэлектрических потерь.
    - Основные мероприятия энергоаудита и энергосбережения.
  - 5. Общая классификация сетей и виды заземления сетей 0,4 - 220 кВ
    - Критерии классификации электрических сетей.
    - Особенности выбора режима заземления сетей разных классов напряжения.
    - Варианты конфигурации сетей и присоединения подстанций к электрическим сетям.
  - 6. Схемы замещения и расчёты электрических сетей и оборудования
    - Состав схем замещения.
    - Расчёты установившихся режимов.
    - Примеры расчётов.

### Практические задания:

1. Индуктивное сопротивление проводов воздушной линии протяженностью 120 км оказалось равным 38 Ом. **Определить** какую величину будет иметь погонное индуктивное сопротивление для аналогичной линии в США, где стандартная частота 60 Гц.

2. Провод марки АСО-400 линии электропередачи 220 кВ имеет полное сопротивление 40 Ом. **Определить** протяженность линии.

3. Потребитель А питается от шин подстанции по воздушной линии, выполненной проводами А-70. потребитель В - по воздушной двухцепной линии с проводами А-35. Протяженности линий одинаковы – 10 км. Расположение проводов аналогичное. **Рассчитать** величину полного сопротивления для каждой линии, приняв  $x_0$  равным 0,36 Ом/км.

4. Каждая фаза линии электропередачи напряжением 500 кВ состоит из трех проводов АСО-400, расположенных в вершинах равностороннего треугольника со стороной 400 мм. Расположение фаз – в горизонтальной плоскости, расстояние между смежными фазами 10,5 м. Протяженность линии 600 км. **Определить** индуктивное сопротивление и емкостную проводимость линии электропередачи.

5. **Определить** полное сопротивление ВЛ 220 кВ протяженностью 70 км., выполненной проводом АСО-240, для двух вариантов расположения проводов на опорах:

- а) горизонтальное расположение с расстоянием между проводами 8 м;
- б) провода расположены в вершинах равностороннего треугольника со стороной 8 м.

6. **Определить** параметры схемы замещения трансформатора ТДН-16000/150 и потери активной мощности в сердечнике и в обмотках трансформатора при нагрузке  $P_H = 10000$  кВт,  $\cos\varphi_H = 0,85$ . Как изменятся потери мощности в обмотках, если мощность нагрузки уменьшится в два раза?

7. **Определить** параметры схемы замещения двух параллельно работающих трансформаторов ТМН-6300/110 и потери мощности  $\Delta S$  в нём при мощности нагрузки  $S_H = 5900$  кВ·А. Как изменятся потери мощности, если один из трансформаторов отключить?

8. **Начертить** схему замещения и определить её параметры для трансформатора ТМ-1600/10. **Определить** потери активной и реактивной мощности в обмотках трансформатора при токе нагрузки  $I_H=10$  А. Потери мощности определить по параметрам схемы замещения и по паспортным данным.

9. **Определить** параметры схемы замещения двух параллельно работающих трансформаторов ТДТН-25000/110/35/10 и потери активной мощности в обмотках трансформаторов. Мощность нагрузки обмотки НН составляет  $P_H = 15000$  кВт,  $\cos\varphi_H = 0,85$  обмотки СН -  $P_C = 19000$  кВт,  $\cos\varphi_C = 0,93$ . **Определить** потери мощности в обмотках трансформаторов по сопротивлениям обмоток и по паспортным данным.

10. **Определить** потери активной мощности в двух трансформаторах ТДТН-25000/150/35/10, параллельно работающих на нагрузку:  $S_C = 19000$  кВ·А,  $S_H = 16000$  кВ·А при  $\cos\varphi_C = \cos\varphi_H = 0,9$ . Как изменятся потери  $\Delta P_T$ , если при уменьшении нагрузки в два раза один из трансформаторов отключить?

### ОУМ-3. Электрические станции и подстанции

1. Укажите места и способы заземления нейтралей трансформаторов на электростанциях и подстанциях в зависимости от местных особенностей энергоузла.

- Выбор режимов заземления нейтралей.
- В чём заключается управление режимами нейтралей трансформаторов энергоузла?
- Перечислите состав собственных нужд, защит и автоматики электростанций.

2. Перечислите варианты главных схем РУ электростанций и подстанций со сборными шинами и без сборных шин.

- Изобразите примеры главных схем электростанций подстанций.
- Изобразите и укажите особенности выбора главной схемы и схемы выдачи мощности электростанцией в энергосистему.

– Перечислите способы ограничения токов короткого замыкания на электростанциях и подстанциях.

3. Приведите примеры блочных схем однотрансформаторных подстанций

- Особенности размещения и построения схем высокого и низкого напряжения понижающих подстанций.
- В чем заключается проектирование и выбор схемы и оборудования подстанций и сетей электроснабжения?
- Перечислите общий состав собственных нужд, защит и автоматики подстанций.
- 4. Поясните, почему устройства РПН трансформаторов в большинстве случаев выполняется на стороне высшего напряжения.
- 5. Поясните, с какой целью применяется автоматическое деление сети шиносоединительными выключателями на электростанциях и подстанциях.
- 6. Поясните сущность реверсивной работы трансформаторов связи в схемах выдачи мощности электростанций в энергосистему.

### **Практические задания:**

1. Выбрать трансформаторы на электростанции по исходным данным: Т-6-2 – тип генераторов установленных на электростанции;  $P_g = 6$  МВт – мощность генератора,  $U_g = 6,3$  кВ – напряжение генератора,  $\cos\phi_g = 0,8$  – коэф. активной мощности генератора;  $n=2$  – количество генераторов на электростанции;  $P_{min} = 5$  МВт – активная минимальная нагрузка;  $\cos\phi_n = 0,85$  – коэф. активной мощности нагрузки;  $P_{ch} = 10\%$  – активная мощность СН. Требуется:
  - 1) **составить** структурную схему электростанции;
  - 2) **рассчитать и выбрать** трансформаторы;
  - 3) **определить**  $K_3$ ;  $S_{лЭП}$ ,  $U_{лЭП}$ .

2. По исходным данным выполнить расчёт ЛЭП и выбрать неизолированных провода.

Дано:  $S_{пер} = 6,9$  МВт.А – передаваемая мощность;  $U_{вн} = 35$  кВ – напряжение ЛЭП; Марка провода ВЛ – тип А;  $\cos\phi_{лЭП} = 0,85$  – коэф. активной мощности нагрузки;  $T_m = 4000$  ч – время использования максимальной нагрузки за год. **Составить** структурную схему ЛЭП; **рассчитать и выбрать** марку и сечение проводов; **определить** потери мощности  $\Delta S_{лЭП}$  и потери напряжения в линии  $\Delta U_{лЭП}$ .

3. Выполнить расчёт потерь мощности и электроэнергии в трансформаторе.

Тип трансформатора ТД 80000-220/10,5;  $\Delta P_{xx} = 79$  кВт – потери  $xx$ ;  $\Delta P_{k3} = 315$  кВт – потери  $k3$ ;  $u_{k3} = 11\%$  – напряжение  $k3$ ;  $I_{xx} = 0,45\%$  – ток  $xx$ ;  $K_3 = 0,99$  – коэффициент загрузки трансформатора;  $\cos\phi = 0,8$ ;  $T_m = 5000$  ч – время использования максимума нагрузки;  $t = 5500$  ч – время работы трансформатора. Требуется:

- **определить** потери мощность за год ( $\Delta P_t$ ,  $\Delta Q_t$ ,  $\Delta S_t$ );
- **определить** потери электроэнергии за год ( $\Delta W_{ат}$ ,  $\Delta W_{рт}$ ,  $\Delta W_t$ ).

4. Для расчётной схемы с исходными данными:  $L_{вн} = 3$  км,  $L_{КЛ1} = 5$  м (длина КЛ от шин НН до шинопровода ШМА1);  $L_{ш} = 2$  м (участок ШМА1 до ответвления);  $L_{КЛ2} = 20$  м (длина КЛ от ШМА1 до потребителя АД) требуется:

- **составить** схему замещения с указанием точек расчёта токов  $K_3$ ;
- **рассчитать** сопротивления элементов расчётной схемы;
- **определить** токи  $K_3$ .

### **ОУМ-4. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем**

1. Измерительные трансформаторы тока
2. Назначение измерительных трансформаторов тока.
3. Какие схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока используют, и применительно к каким (конкретным) типам видам защит?
4. Какие погрешности характерны для измерительных трансформаторов тока? Чем вызвано наличие погрешностей?
5. Приведите основные условия выбора трансформаторов тока.
6. Измерительные трансформаторы напряжения.

7. Назначение измерительных трансформаторов напряжения.
8. Какие схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов напряжения используют, и применительно к каким (конкретным) типам/видам защит?
9. Какие погрешности характерны для измерительных трансформаторов напряжения? Чем вызвано наличие погрешностей?
10. Приведите основные условия выбора трансформаторов напряжения.
11. Токовые отсечки (ТО).
12. Виды и назначение ТО.
13. Алгоритм расчёта уставок.
14. Взаимосвязь с другими видами противоаварийной автоматики и релейной защиты.

**Практические задания:**

1. Выполнить выбор и сделать обоснование схемы токовых цепей релейной защиты высоковольтного асинхронного двигателя. Номинальные параметры двигателя представлены в таблице, ток двухфазного короткого замыкания на зажимах двигателя в минимальном режиме работы энергосистемы составляет 1000 А.

P <sub>н</sub> , кВт	U <sub>н</sub> , кВ	I <sub>н</sub> , А	кпд, %	cosφ	M <sub>п</sub> /M <sub>н</sub>	I <sub>п</sub> /I <sub>н</sub>
500	6	56,5	95,7	0,89	0,9	5,1

2. Выполнить выбор и сделать обоснование схемы токовых цепей релейной защиты высоковольтного синхронного двигателя. Номинальные параметры двигателя представлены в таблице, ток двухфазного короткого замыкания на зажимах двигателя в минимальном режиме работы энергосистемы составляет 3200 А.

P <sub>н</sub> , кВт	U <sub>н</sub> , кВ	кпд, %	cosφ	M <sub>п</sub> /M <sub>н</sub>	I <sub>п</sub> /I <sub>н</sub>
1000	6	97,4	0,9	2,2	6,3

3. Выбрать состав защит высоковольтного асинхронного двигателя. Номинальные параметры двигателя представлены в таблице, ток двухфазного короткого замыкания на зажимах двигателя в минимальном режиме работы энергосистемы составляет 1000 А.

P <sub>н</sub> , кВт	U <sub>н</sub> , кВ	I <sub>н</sub> , А	кпд, %	cosφ	M <sub>п</sub> /M <sub>н</sub>	I <sub>п</sub> /I <sub>н</sub>
500	6	56,5	95,7	0,89	0,9	5,1

**2.7.2. Пример экзаменационного билета для государственного экзамена**

Минобрнауки России  
 Лысьвенский филиал федерального  
 государственного автономного образова-  
 тельного учреждения высшего образования  
 «Пермский национальный исследователь-  
 ский политехнический университет»

Кафедра Общенаучных дисциплин  
 Направление подготовки 13.03.02  
 Электроэнергетика и электротехника  
 Профиль «Электроснабжение»  
 Дисциплина: Государственный экзамен

**БИЛЕТ № 1****1. Устройство и принцип действия трансформатора.**

- 1) Запишите основные уравнения трансформатора при нагрузке и постройте на их основе векторную диаграмму.
- 2) Что такое КПД трансформатора и как его определить, используя опыт холостого хода и короткого замыкания?
- 3) Назовите основные активные элементы трансформатора.
- 4) От чего зависят потери в стали и в обмотках?
- 5) Поясните принцип действия трансформатора при нагрузке.

2. Поясните, с какой целью применяется автоматическое деление сети шиноединительными выключателями на электростанциях и подстанциях.

**3. Расчёт монтажных стрел провеса и проверка габарита ВЛ.**

- 1) Приведите пример монтажного графика провода сечением  $F$  и длиной  $l$  и поясните алгоритм его построения.
- 2) Запишите условие проверки габарита воздушной линии.

4. Генератор постоянного тока с параллельным возбуждением работает в режиме холостого хода. Сопротивление обмотки якоря 0,2 Ом, сопротивление обмотки возбуждения 120 Ом. Определить ЭДС генератора, если ток возбуждения составляет 2 А.

Заведующий кафедрой ОНД \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНЫМ КВАЛИФИКАЦИОННЫМ РАБОТАМ И ПОРЯДКУ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

#### 3.1 Общие положения. Перечень компетенций, проверяемых в ходе выполнения выпускной квалификационной работы.

Выпускная квалификационная работа бакалавра представляет собой самостоятельное и логически завершенное теоретическое и/или практическое исследование, связанное с решением задач того вида (видов) деятельности, к которым готовится бакалавр:

- научно-исследовательская деятельность;
- проектная.

Выпускная квалификационная работа предполагает: анализ и обработку информации, полученной в результате изучения широкого круга источников и научной литературы по программе бакалавриата и по результатам производственной и преддипломной практикам; анализ, обработку, систематизацию данных, полученных в ходе наблюдений и изучения объектов сферы профессиональной деятельности; разработку вопросов, имеющих практическую значимость.

Таблица 3.1 Перечень компетенций, проверяемых в ходе выполнения выпускной квалификационной работы

Формулировка компетенции СУОС		Формулировка укрупненных компетенций	
Код	Содержание	Код	Содержание
<b>1 Универсальные компетенции</b>			
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УКУК-1. ГИА	Способен получать новые знания, прогнозировать, участвовать в командной работе, коммуницировать в академических и профессиональных кругах, способен к межкультурному взаимодействию, самоорганизации и саморазвитию, обеспечению безопасности жизнедеятельности, инклюзивной компетентности, обладает экономической культурой, в том числе финансовой грамотностью и гражданской позицией
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений		
УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде		
УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)		
УК-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах		
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни		
УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности		
УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества,		

Формулировка компетенции СУОС		Формулировка укрупненных компетенций	
Код	Содержание	Код	Содержание
	в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов		
УК-9	Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах.		
УК-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных отраслях жизнедеятельности.		
УК-11	Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности		

## 2 Общепрофессиональные компетенции

ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	УКОПК-1. ГИА	Способен к применению фундаментальных знаний, техническому проектированию, управлению командным взаимодействием, принятию решений и применению прикладных знаний в сфере своей профессиональной деятельности, работать с технической документацией.
-------	------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 3 Профессиональные компетенции

### 3.1 Научно-исследовательские

### 3.2 Проектные

ПК-1.1	Способность использовать современные информационные технологии, управлять информацией с использованием прикладных программ, использовать сетевые Компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ в своей предметной области	УКПК-1. ГИА	Способен проектировать технологические процессы, составлять проектную документацию
ПК-2.1	Способность рассчитывать схемы и режимы работы электроэнергетических установок различного назначения определять состав оборудования и его параметры		
ПК-2.3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования		
ПК-2.4	Способность проводить обоснование проектных решений		
ПК-2.6	Способен выполнять подготовку технических решений проектов системы электроснабжения		

### 3.2 Требования к выпускным квалификационным работам

#### 3.2.1 Показатели и критерии оценки результатов формирования компетенций, проверяемых в ходе выполнения и защиты выпускной квалификационной работы

Показатели, критерии оценки, описание процедур оценки результатов обучения при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), программа бакалавриата «Автоматизированный электропривод и робототехнические комплексы» демонстрирует (табл. 3.2)

Таблица 3.2 – Показатели оценки результатов формирования компетенций, проверяемых в ходе выполнения и защиты ВКР

№ п.п	Код компетенции	Перечень компонентов	Средства оценки
1	УКУК-1. ГИА	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации для решения поставленных профессиональных задач;</li> <li>– подходы в постановке задач для достижения поставленной цели, обладает знаниями в выборе оптимальных способов их решения;</li> <li>– различные приёмы и способы социализации личности и социального взаимодействия;</li> <li>– общий лексический минимум русского и изучаемого иностранного языка;</li> <li>– базовый тезаурус учебных дисциплин (истории и философии) на русском языке;</li> <li>– литературную норму и особенности делового функционального стиля, требования к устной и письменной формам деловой коммуникации на русском и изучаемом иностранном языке;</li> <li>– основные философские основания анализа и социально-исторический контекст формирования культурного разнообразия общества (этнокультурных и конфессиональных особенностей), основы этики межкультурной коммуникации;</li> <li>– процесс саморазвития личности и основные принципы самообразования;</li> <li>– уровень требований и принципы оценки уровня физической подготовленности для социальной и профессиональной работы;</li> <li>– пути и методы повышения уровня физического развития человека;</li> <li>– уровень требований для создания и поддержания в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасных условий жизнедеятельности;</li> <li>– правила поведения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;</li> <li>– основные принципы недискриминационного языка в отношении людей с инвалидностью (корректное употребление формулировок, связанных с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья), а также эмпатии и психологической поддержки;</li> <li>– базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели и формы участия государства в экономике;</li> <li>– признаки экстремистской, террористической и коррупционной деятельности.</li> </ul>	Уровень выполнения пояснительной записки ВКР. Защита ВКР.

№ п.п	Код компетенции	Перечень компонентов	Средства оценки
		<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять системный подход на основе поиска, критического анализа и синтеза информации для решения научно-технических задач профессиональной области;</li> <li>– исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, выбирать оптимальные способы решения научно-технических задач в профессиональной области для достижения поставленной цели;</li> <li>– строить отношения с окружающими людьми, с коллегами;</li> <li>– анализировать, сравнивать, обобщать и оценивать информацию (факты, события, явления, мнения) на русском и изучаемом иностранном языке;</li> <li>– логично, аргументировано и ясно выражать свои мысли в устной и письменной формах на русском и изучаемом иностранном языке в ситуациях межличностной, профессиональной и деловой коммуникации;</li> <li>– учитывать в процессе взаимодействия историческую обусловленность и онтологические основания межкультурного разнообразия российского общества (этнокультурных и конфессиональных особенностей);</li> <li>– осуществлять межкультурный диалог с представителями разных культур;</li> <li>– проявлять межкультурную толерантность как этическую норму поведения в социуме;</li> <li>– планировать свое рабочее время или время для саморазвития, формулировать цели личностного и профессионального развития, а также условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, индивидуально-личностных особенностей;</li> <li>– проводить оценку уровня физической подготовленности для последующей профессиональной деятельности;</li> <li>– контролировать состояние своего физического развития и управлять этим состоянием;</li> <li>– создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества;</li> <li>– соблюдать правила техники безопасности при проведении научно-исследовательских работ и в области профессиональной деятельности;</li> <li>– умеет вести себя при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;</li> <li>– в общении с инвалидами фокусироваться не на проблеме, а на человеке (личности), с его возможностями и условиями социального окружения человека с инвалидностью;</li> <li>– применять методы личного экономического и финансового планирования для достижения текущих и долгосрочных финансовых целей;</li> <li>– выявлять информацию, призывающую к осуществлению экстремистской и террористической деятельности, а также признаки коррупционного поведения.</li> </ul>	

№ п.п	Код компетенции	Перечень компонентов	Средства оценки
		<p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками поиска, синтеза и критического анализа информации в своей профессиональной области;</li> <li>– системным подходом для решения поставленных задач;</li> <li>– навыками определения круга профессиональных задач в рамках поставленной цели;</li> <li>– выбором оптимальных способов их решения с учётом действующих правовых норм и имеющихся ресурсов;</li> <li>– навыками участия в командной работе, в социальных проектах, распределения ролей в условиях командного взаимодействия;</li> <li>– навыками устного и письменного делового общения на русском и изучаемом иностранном языке; навыками публичной речи;</li> <li>– навыками подготовки и представления устного и письменного сообщения; навыками делового речевого этикета;</li> <li>– основной терминологией в деловой сфере на русском и изучаемом иностранном языке;</li> <li>– опытом оценки явлений культуры, навыками межкультурной коммуникации в профессиональной среде с учётом этических норм, исторической обусловленности и онтологических оснований этнокультурных, конфессиональных особенностей участников взаимодействия;</li> <li>– навыками саморазвития и управления своим временем;</li> <li>– навыками оценки, контроля и управления состоянием физического развития;</li> <li>– навыками определения достаточного (комфортного) состояния для полноценной социальной и профессиональной деятельности;</li> <li>– навыками техники безопасности в повседневной жизни и при выполнении работ в области профессиональной деятельности;</li> <li>– навыками создания и соблюдения безопасных условий жизнедеятельности; владеет навыками действий при угрозе и в условиях чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;</li> <li>– навыками инклюзивного волонтерства (вовлечение инвалидов в волонтерскую общественную деятельность), взаимодействия с инвалидами на основе гуманистических ценностей, поддержки инвалидов в сложной ситуации;</li> <li>– навыками использования финансовых инструментов для управления личными финансами (личным бюджетом), контролирует собственные экономические финансовые риски;</li> <li>– навыками противодействия экстремизму, терроризму и коррупционному поведению в профессиональной деятельности.</li> </ul>	
2	УКОПК-1. ГИА	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы электротехники, основы энергетики принципы работы и характеристики электрических</li> </ul>	Уровень выполнения пояснительной записки ВКР. Защи-

№ п.п	Код компетенции	Перечень компонентов	Средства оценки
		<p>ских машин различных типов.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять метод анализа, моделирования электрических цепей постоянного и переменного тока, режимов работы трансформаторов, электрических машин.</li> </ul> <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– расчёта и анализа электрических цепей, объектов энергетики, режимов работы электрических машин разных типов.</li> </ul>	та ВКР.
3	УКПК-1. ГИА	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные информационные технологии, сетевые компьютерные технологии, математические пакеты в электротехнике.</li> <li>– основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения;</li> <li>– состав, этапы, последовательность и особенности предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.</li> <li>– нормативные требования и основные критерии оценки принимаемых проектных решений; структуру и правила оформления проектных и отчётных документов</li> <li>– Знает правила технологического функционирования электроэнергетических систем; требования системы технического регулирования к системе электроснабжения; методики и правила проведения расчётов для проекта системы электроснабжения.</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять современные программно-вычислительные комплексы для исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности.</li> <li>– проектировать схемы, электротехнические и электроэнергетические установки;</li> <li>– применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.</li> <li>– формировать обоснованные проектные решения по объектам профессиональной деятельности; оформлять проектные и отчётные документы</li> <li>– выбирать необходимые требования к функционированию системы электроснабжения; выбирать методики расчёта для проекта системы электроснабжения; определять перечень оборудования для системы электроснабжения.</li> </ul>	Уровень выполнения пояснительной записки ВКР. Защита ВКР.

№ п.п	Код компетенции	Перечень компонентов	Средства оценки
		<p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математического моделирования при анализе и расчёте объектов профессиональной деятельности</li> <li>– расчёта схем и режимов работы электронных и электротехнических установок;</li> <li>– использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.</li> <li>– публичной защиты проектов и отчётов; проводить доработку проектов и отчётов с учётом высказанных замечаний</li> <li>– формирования перечня оптимальных технических решений проектной документации системы электроснабжения; выполнения расчётов для проекта системы электроснабжения;</li> </ul>	

### 3.2.2. Требования к структуре и содержанию выпускной квалификационной работы

Содержание выпускной квалификационной работы определяется областью специальных дисциплин и дисциплин специализаций рабочего учебного плана и должно обладать свойствами целостности, завершенности, системности.

Выпускная квалификационная работа представляет собой законченную разработку, в которой решается актуальная задача в области автоматизированного электропривода и роботехнических комплексов.

Примерная структура ВКР следующая:

Выпускная квалификационная работа бакалавра должна включать следующие пункты:

- титульный лист (1 стр.);
- задание на выполнение выпускной квалификационной работы и календарный график выполнения выпускной квалификационной работы (3-4 стр.);
- реферат (1 стр.);
- содержание (1-2 стр.);
- перечень условных обозначений, сокращений, терминов (1-2 стр.);
- введение (1-2 стр.);
- обзор научно-технической и патентной литературы (6-10 стр.);
- расчётная часть (основной раздел) (6-10 стр.);
- анализ результатов исследования, проблемы и перспективы развития работ (6-10 стр.);
- заключение (1 стр.);
- список использованных источников;
- приложения;
- графическая часть ВКР.

Графическая часть ВКР оформляется на стандартных листах формата А1 и содержит чертежи, эскизы, схемы, графики и таблицы, отражающие основное содержание и наиболее важные экспериментальные и теоретические результаты, полученные при выполнении ВКР.

Объём пояснительной записки ВКР должен составлять 40-60 страниц.

Объём графической части должен составлять 4 листа формата А1.

Также к отчёту должны прилагаться:

- отзыв руководителя (Приложение 5). Отзыв руководителя в пояснительную записку не подшивается и в ее структуру не входит.
- презентация и раздаточный материал;
- К отчёту может прилагаться текст доклада.

Текст ВКР, графические материалы, презентация, текст выступления и различные дополнительные материалы, имеющие непосредственное отношение к работе (программное обеспечение, чертежи, схемы, тексты статей и т.п.) записывается на CD или DVD-диск и вкладывается в конверт, приkleенный к последнему листу обложки работы. За исключением случаев, когда авторское право на результаты работы принадлежит предприятию, на котором выполняется работа (оговаривается с руководителем).

Все пункты работы должны соответствовать требованиям оформления и содержания, согласно ГОСТ и методическим указаниям. До защиты допускаются только работы, прошедшие нормоконтроль и предварительную защиту на кафедре.

Рекомендации по составлению отдельных разделов выпускной квалификационной работы бакалавра.

#### **Титульный лист.**

Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном. Формулировка темы должна точно соответствовать её формулировке в приказе, утверждённым ректором. Примечание: на титульном листе ВКР указывается общий объём пояснительной записки (включая приложения). Форма титульного листа приведена в приложении 2.

#### **Задание на выполнение выпускной квалификационной работы и календарный график выполнения выпускной квалификационной работы**

В задании указываются требуемые для решения поставленных задач исходные данные, обеспечивающие возможность реализации накопленных знаний в соответствии с уровнем профессиональной подготовки каждого студента. Руководитель работы совместно со студентом формирует задание. Задание должно быть подписано заведующим кафедрой не позднее, чем за месяц до срока сдачи ВКР. Формулировка темы в задании должна точно соответствовать ее формулировке в приказе, утверждённым ректором. Формы задания и графика приведены в приложениях 3 и 4.

#### **Реферат**

Реферат (текст реферата оформляется в соответствии с ГОСТ 7.9 включает:

- сведения об объёме пояснительной записки, количестве частей пояснительной записки, иллюстраций, таблиц, использованных источников, приложений;
- перечень ключевых слов;
- объект, предмет, цель и задачи работы;
- метод или методологию проведения работы;
- результаты работы и их новизна;
- степень внедрения и область применения результатов;
- выводы;
- дополнительную информацию.

Рекомендуемый средний объём реферата 850 печатных знаков. Объём реферата не должен превышать одной страницы.

Объём пояснительной записки указывается без учёта приложений, количество рисунков и таблиц также не включает рисунки и таблицы, приведенные в приложениях и графическом материале. Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста отчёта, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание и обеспе-

чивают возможность информационного поиска. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются прописными буквами в строку через запятые.

Объект, предмет, цель и задачи работы должны соответствовать аналогичным пунктам введения. Метод или методологию проведения работы целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. Широко известные методы только называются.

Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты.

Дополнительная информация включает данные, не существенные для основной цели исследования, но имеющие значение вне его основной темы. Кроме того, можно указывать название организации, в которой выполнена работа, сведения об авторе исходного документа, ссылки на ранее опубликованные документы и т.п.

Текст реферата должен отличаться лаконичностью, чёткостью формулировок, отсутствием второстепенной информации. Текст реферата начинают фразой, в которой сформулирована главная тема документа. Пример оформления реферата Приложение 8.

## **Содержание**

Содержание включает:

- список условных обозначений и сокращений;
- список терминов;
- введение;
- разделы, подразделы основной части с нумерацией страниц, например:
  1. Конструкторская часть;
  2. Технологическая часть;
  3. Исследовательская часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения с указанием номеров и страниц.

**Основная часть** включает разделы, подразделы, пункты основной части. Разделы, подразделы, пункты и подпункты нумеруют арабскими цифрами и записывают с абзацного отступа. Разделы нумеруют сквозной нумерацией в пределах текста основной части. Подразделы нумеруют в пределах каждого раздела. Номер подраздела включает номер раздела и порядковый номер подраздела, разделенных точкой.

Пример:

1 ... (номер и заголовок первого раздела, 1 уровень нумерации)

1.1 ... (номер и заголовок первого подраздела первого раздела, 2 уровень нумерации)

1.1.1      }    (нумерация пунктов первого подраздела первого раздела, 3 уровень нумерации)

1.1.2      }    (нумерация подпунктов второго пункта первого подраздела первого раздела, 4 уровень нумерации)

Заголовки должны чётко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Заголовки разделов, подразделов и пунктов следует печатать с абзацного отступа с большой буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются.

В содержание выносятся 2 или 3 уровня нумерации: разделы, подразделы и пункты. Не нумеруются: список условных обозначений и сокращений, список терминов, введение, заключение, список использованных источников, приложения.

В содержании напротив структурных элементов указываются номера страниц, с которых начинаются эти элементы. Пункты содержания располагают с форматированием по левому краю без иерархии и абзацного отступа.

В качестве примера оформления содержания можно руководствоваться содержанием данного методического пособия.

### **Список условных обозначений и сокращений**

Если в тексте работы необходимо использовать более пяти обозначений и/или сокращений, то оформляется структурный элемент «Список условных обозначений и сокращений», содержащий перечень обозначений и сокращений, применяемых в тексте работы. Запись обозначений и сокращений в этом элементе приводят в порядке их появления в тексте или по алфавиту. При этом:

- сокращения в виде аббревиатур приводят перед термином, используя «–», как разделитель и выделяют полужирным шрифтом;
- сокращения в виде краткой формы термина приводят перед термином, используя «–», как разделитель и выделяют полужирным шрифтом;
- условные обозначения приводят перед термином, используя «–», как разделитель и выделяют полужирным шрифтом, после условных обозначений величин приводят обозначения единиц величин, которые отделяют запятой и выделяют полужирным шрифтом.

Каждый пункт начинается с новой строчки и оканчивается точкой.

Если в тексте используется англоязычные аббревиатуры или сокращения, то в скобках необходимо указать русскоязычный эквивалент (если таковой используется в работе), а русскоязычный эквивалент термина привести после англоязычного, разделив их запятой.

Не вносятся общеупотребительные сокращения: с. – страница, т. е. – то есть, т. д. – так далее, т. п. – тому подобное, и др. – и другие, в т. ч. – в том числе, пр. – прочие, т. к. – так как, г. – год; гг. – годы, шт. – штуки, св. – свыше, см. – смотри, включ. – включительно и др.

Следует избегать необоснованных (излишних) сокращений, которые могут затруднить чтение и понимание текста. Используемые сокращения русских слов и словосочетаний должны соответствовать ГОСТ 7.12-93.

### **Список определений**

Структурный элемент «Определения» содержит определения, необходимые для уточнения или установления терминов, используемых в работе. Если в работе не используются узкопрофессиональные или малоупотребительные термины, включение в работу этого раздела не является обязательным. Перечень определений начинают со слов: «В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями...».

Определение должно быть оптимально кратким и состоять из одного предложения. Термин записывают с прописной буквы, а определение – со строчной, используя «–», как разделитель.

### **Введение**

Введение, реферат и заключение являются «лицом» вашей работы, именно по ним происходит первая оценка ценности проделанной работы и достигнутых результатов. Вне зависимости от выбранной темы введение должно содержать общие сведения о работе, её краткую характеристику. Во введении рекомендуется максимально чётко описать ряд пунктов:

- Раскрыть **актуальность темы**, для чего охарактеризовать проблему, к которой относится тема, кратко изложить историю вопроса, дать оценку современного состояния теории и практики и выявить нерешенные проблемы. Это поможет сделать обоснование выбора темы.
- Выявить и указать **научную новизну** работы, или отдельные «элементы научной новизны», которыми обладает данная работа.
- Сформулировать **цель** работы, которая, как правило, определяется выявленными нерешенными проблемами, поставить **задачи** работы как этапы достижения цели. Решение задач и является содержанием основных глав работы. Так же рекомендуется выявить **объект** и **предмет** исследования или разработки.

– Перечислить **методы и средства**, с помощью которых будут решаться поставленные задачи.

– Определить предмет и объект исследования.

– Указать ожидаемые результаты и практическую значимость работы.

Объём введения не должен составлять менее одной и более трёх страниц.

Такие пункты как актуальность, научная новизна, цель, задачи, методы, средства, объект, предмет и результаты следует выделить **полужирным шрифтом** для лучшей читаемости работы.

## Основная часть

Содержание основной части работы должно отвечать заданию. Наименования разделов основной части отражают выполнение задания. Содержание и объём основной части студент и руководитель формируют совместно в индивидуальном порядке, исходя из анализируемого объекта, требуемой глубины анализа и значимости последнего в решаемой задаче. Основную часть «логически» можно разделить на 2 части:

– Общую часть, в которой рассматриваются и анализируются геолого-физическая характеристика и состояние разработки залежи, а также текущее состояние эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин.

– Специальную часть, в которой выбранные методы на практике применяются, для решения поставленных в работе задач. Приводятся результаты планируемые результаты внедрения предлагаемых разработок, вычисления, графики, диаграммы, разработанные схемы и т.д.

Для ВКР рекомендуется соблюсти следующую структуру основной части.

1. Общая характеристика объекта исследования.

2. Анализу проблемы, состояние дел в избранной предметной области на основе анализа литературных источников, с обоснованием принятых решений.

3. Поиск вариантов решения обнаруженных проблем.

4. Выполнение проекта по разработке оптимального варианта решения проблем.

5. Основные выводы по п.п. 2, 3, 4 с выделением проблемы или задач, актуальных для разработки и эксплуатации залежи.

6. Разработка и обоснование рекомендаций, направленных на решение выделенной проблемы или задачи (название подраздела формулируется в соответствии с темой ВКР).

7. Технико-экономическая оценка предложенных рекомендаций (решений) с определением сроков их окупаемости, чистого дисконтированного дохода и индекса доходности инвестиций.

Данные пункты являются наименованием глав (разделов) ВКР. Аналитическая часть выполняется на основе анализа теоретического и промыслового материала, а также личных обобщений и выводов автора. Предметом анализа должны быть новые подходы и проблемы в решении задач. Производится сравнение выделенных решений, подходов и методов и делается выбор в пользу тех или иных из них. Теоретическая часть носит общетеоретический характер и служит основой для исследования фактического материала в последующих главах ВКР. В ней на основе анализа промысловых данных раскрывается актуальность темы.

В практической части определяются различные подходы к решению поставленной проблемы. Обобщается передовой опыт в областях, коррелирующих с темой работы и приводятся собственные теоретические выкладки, приводятся результаты работы, описывается процесс их достижения. Делаются выводы об эффективности предложенных решений.

Предложенная структура и содержание глав носит рекомендательный характер. Окончательно структура выпускной квалификационной работы определяется исходя из специфики темы ВКР, характера собранного студентом материала и основной идеи работы

## Заключение

Заключение подводит итоги всей работы, отражает основные результаты, достигнутые при решении вопросов и проблем, поставленных в задании. Дублируются цель и задачи из введения, но описываются с точки зрения «как они были решены».

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам выполненной работы, оценку полноты решения поставленных задач, рекомендации по конкретному использованию результатов работы, её экономическую значимость, степень внедрения и перспективы дальнейшего развития проекта.

### **Список использованных источников**

**В список использованных источников включают все источники, на которые имеются ссылки в тексте.** Источники в списке располагают и нумеруют в порядке их упоминания в тексте арабскими цифрами без точки.

Не рекомендуется использовать в качестве источников различные неавторитетные источники: форумы, социальные сети, интернет ресурсы наподобие «Википедии» и т.д.

**Примечание:** на каждый пункт списка источников должна быть ссылка в тексте.

Все ссылки на литературу должны быть выполнены в квадратных скобках арабскими цифрами, например [28], т.е. при получении этого результата (уравнения и т.п.) использовалась монография под номером 28 в списке литературы (так же смотри 3.6 Ссылки).

### **Приложения**

В приложения выносятся: графический материал большого объёма и/или формата, таблицы большого формата, нормативный материал, первичные бухгалтерские документы и отчёты и т.д. В них рекомендуется включать материалы иллюстрационного и вспомогательного характера.

Страницы приложений имеют общую с текстом работы сквозную нумерацию.

Приложения располагают и обозначают в порядке ссылок на них в тексте, прописными буквами русского алфавита, начиная с А (за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ъ), которые приводят после слова «Приложение».

Каждое приложение должно начинаться с нового листа и иметь тематический заголовок и обозначение. Наверху по центру листа (страницы) печатают строчными буквами с первой прописной слово «Приложение», и его буквенное обозначение. Ниже приводят, в виде отдельной строки, заголовок, который располагают по центру, печатают строчными буквами с первой прописной и выделяют полужирным шрифтом.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруются индивидуально в пределах каждого приложения. Перед номером ставится буквенное обозначение этого приложения, отделенное точкой. Рисунки, таблицы, формулы, помещаемые в приложении, нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого приложения, например: «Рисунок Б.5 – ...».

В тексте на все приложения должны быть даны ссылки.

### **Графический материал**

Графические материалы позволяют наглядно проиллюстрировать замысел и основные итоги проведенного исследования, а также сэкономить отпущенное на доклад время.

Количество, состав и содержание графических материалов определяются руководителем работы. В графический материал обычно включают рисунки, схемы, диаграммы и т.д., относящиеся непосредственно к результатам проделанной работы.

Оформляется графический материал на листах А1 (или большего формата) с рамкой (форматкой) по ГОСТу.

### **3.2.3. Требования к оформлению выпускной работы**

Текст пояснительной записи пишется в безличной форме с соблюдением следующих основных требований: чёткости и последовательности изложения; краткости и точности формулировок; конкретности изложения результатов работы; использования только общепринятой терминологии, регламентированной государственными стандартами.

Результаты ВКР бакалавра должны быть оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчёт по научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

1. Титульный лист. Выполняется в соответствии с **образцом** (см пример ниже). Шрифт (здесь и далее, если не говорено другое) Times New Roman, размер шрифта 12 пт, отступы и интервалы указаны лап ее на образце. Номер страницы на титульном листе не указывается. Поля 30 (слева), 20 (сверху и снизу), 10 (справа) мм устанавливаются на весь документ.

2. Содержание. Должно генерироваться автоматически из заголовков разделов работы («Вставка» → «Ссылка» → «Оглавление и указатели», стиль «Из шаблона»). Содержание, набранное вручную, не допускается.

3. Основной текст. Контролируются следующие параметры:

– Шрифт 12 пт. интервал полуторный, стиль **«Обычный»** (кроме списков), абзацный отступ 1,25 (устанавливается по умолчанию). Использовать другие начертания, выделение курсивом, полужирным и подчеркиванием, как правило, не допускается (кроме заголовков)

– Каждый раздел начинается с новой страницы. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах записи и обозначаться арабскими цифрами с точкой. Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой (например 2.1.3 - третий подраздел второго раздела). Аналогично нумеруются пункты подраздела (3.1.2 - второй пункт первого подраздела третьего раздела). Допускается нумерация подразделов не более четырех уровней вложения (например: 1 4 4 2 Алгоритм...). Введение, заключение и список использованных источников не нумеруются.

– Стиль заголовков разделов – **«Заголовок N»**. Использование стиля **«Обычный»** с изменением начертания или размера не допускается. Выравнивание заголовков любого уровня по центру. Если применяются нумерованные заголовки (1. 1.1. 1.2, 1.2.1 и т.д.) должна использоваться автонумерация. Допускается в заголовках изменять размер и начертание шрифта, увеличивать размер. Точка в конце заголовка не ставится.

– Нумерация рисунков, формул, таблиц – **автоматическая** («Вставка» → «Ссылка» → «Название», выбрать тип объекта, исключить подпись из названия). Ручная нумерация не допускается. Рисунками (**«Рисунок N»**) именуются все иллюстрации (фотографии, схемы, графики и т.д.). Точка в конце названия рисунка или таблицы не ставится.

– Рисунки, диаграммы, графики вставляются в текст (не поверх текста и не за текстом) с выравниванием по центру поля. Перед рисунком или таблицей оставляется пробельная строка. Подрисуточные подписи выравниваются по центру.

– Таблицы, как правило, не разрываются переносом на другую страницу. Если разрыв необходим (например, таблица не умещается на одной странице), то заголовок-таблицы повторяется на каждой следующей странице (выделить строки заголовка, «Таблица» → «Свойства таблицы» → «Строка», поставить галочку «Повторять как заголовок на каждой странице»).

– Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с её номером через тире.

– При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

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

– На все таблицы должны быть ссылки в ВКР. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием её номера.

– Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблицы.

– Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

– Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделённых точкой.

– Формулы выполняются в редакторе Equation или Math Type, размер основного знака 12 пт. Даже если в тексте встречается формула из одной буквы (например,  $x$  или  $a_1$ ),

она должна быть набрана в редакторе, а не просто латинской буквой. Формулы целиком (кроме фрагментов формул и разъяснений) размещаются в тексте в отдельной строке с выравниванием по центру, нумерация формул – с выравниванием по правому краю поля. **Все** переменные формулы должны быть **один** раз разъяснены в тексте с указанием размерности.

- Латинские буквы (слова, выражения) в тексте выделяются курсивом.
- Схемы алгоритмов программ, данных и систем оформляются в соответствие с ГОСТ19701-90 (ИСО 5807-85.) При распечатке листингов программ использовать шрифт Times New Roman 12 пт с выделением курсивом Лишние пробельные строки перед распечаткой листинга необходимо удалить.
- Страницы пояснительной записи имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами. Нумерация проставляется в «нижнем колонтитуле» по центру страницы без использования дополнительных знаков (шрифт Times New Roman 12 пт). Титульный лист, задание, реферат (если есть) не нумеруются, но учитываются при нумерации обычных страниц.

4. Список использованных источников оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003. Список, оформленный согласно старым ГОСТам (например, ГОСТ 7.1-84), не допускается. Должна использоваться автонумерация списка. При ссылке на элемент списка в тексте в квадратные скобки помещается («Вставка» → «Ссылка» → «Перекрестная ссылка») ссылка на номер абзаца.

5. Один и тот же объект на протяжении **всей** работы должен называться одинаково. Недопустимо именовать его по-разному в зависимости от ситуации («объект», «система», «устройство», «аппарат» и др.).

6. Ссылки на Интернет-ресурсы (не предусмотренные ГОСТ) приводятся полностью, с указанием автора и названия материала (если есть) и полной ссылки. Не допускаются ссылки только на заглавную страницу сайта (например, <http://ixbt.com>), если только материал не размещен непосредственно на ней. Примеры ссылок приведены в конце списка.

7. Пояснительная записка, выполненная на компьютере, и другие электронные документы, входящие в работу (чертежи, модели, тексты программ, таблицы и т.п.) сдаются в электронном виде на кафедру для помещения в архив кафедры. Руководитель **обязан** проконтролировать соответствие электронного и бумажного вариантов.

#### Приложения.

В приложения включаются материалы, дополняющие основное содержание:

- объемные математические выводы;
- протоколы машинного моделирования, фрагменты программ;
- протоколы испытаний, документы по внедрению и использованию результатов;
- вспомогательные иллюстрации.

Приложения нумеруются латинскими буквами (А, В, ...), кроме I и О. Нумерация страниц в приложениях продолжается.

Каждый раздел ВКР начинается с новой страницы

Пояснительная записка должна быть сброшюрована.

Графические приложения (формат А1, не менее 3 листов), используемые в качестве иллюстрационного материала при защите выпускной работы, должны достаточно полно отражать ее суть. При защите допускается использование презентаций с помощью мультимедийной техники.

Отзыв научного руководителя (Приложение Д) на ВКР бакалавра оформляется в печатном виде и вкладывается в текст работы, но не подшивается.

Титульный лист и задание на ВКР являются документами утвержденного образца, выдаются для заполнения на выпускающей кафедре. **Задание оформляется руководителем ВКР до начала преддипломной практики.** Оно включает в себя тему ВКР, задания по сбору необходимой информации для написания основной части ВКР, перечень предполагаемых графических материалов, план выполнения ВКР, список основных источников для разработ-

ки ВКР, подписи руководителя и бакалавра. Оформленное задание представляется для утверждения заведующему кафедрой.

### **Оформление списка использованных источников**

Оформление списка использованных источников выполняется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу, библиографическая ссылка общие требования и правила составления Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте работы Примеры оформления библиографических описаний источников приведены ниже.

#### **Книги**

##### *Одного автора*

Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии; учебник для вузов - 2-е изд. - М : Химия. 2007. - 752 с.

##### *Двух или трех авторов*

Плановский, А.П. Николаев, П.И., Носков, А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии; учебник для вузов. - 2-е изд. - М.: Химия. 2010. - 496 с.

##### *Четырех и более авторов*

Общая химическая технология: учебник для вузов / АМ. Кутепов [и др.] – 3-е изд. – М: Академия, 2005. - 528 с.

#### **Справочники**

Основные свойства неорганических и органических соединений; справочник химика Т.2./ под ред. Б.П. Никольский - 2-е изд. пер. и доп. –Л.: Госхимиздат, 1963. - 1168 с

#### **Статьи из журналов и сборников**

##### *Одного автора*

Артеменко, В.Г. Коррозионная активность жидких азотных удобрений на основе нитрата аммония, карбамида и ацетамида// Хим. технология. - 2011. - № 10. - С. 587-589.

##### *Двух или трех авторов*

Рудобашта, Л.Я. Плановский, А.П. Исследование и расчёт газосодержания на ситчатых тарелках// Теор. основы хим. технологии – 1981. – Т15 – №6. – С 867-874.

Шенфельд, Б.К., Васильев, Б.Т., Сущев В.С. Регенерация отработанных серных кислот, содержащих органические примеси // Хим. пром. – 1986. – № 2. – С.97-99.

##### *Четырех и более авторов*

Монацит как сырье для производства высокоэффективных удобрений/ Вальков, А.В. [и др.]// Хим. технология. – 2009. – №9. – С. 385-388.

#### **Методические указания**

Кавитационные испытания центробежного насоса: метод указания к лабор работе по курсу «Насосы, компрессоры, холодильные установки» / Сост. В.М. Беляев; Перм политехи, пн-т -Пермь. 1989.-25 с.

Методические указания к курсовому проекту «Процессы и аппараты химической технологии»/ Сост. БЕ Шенфельд; Перм. политехи, ин-т. - Пермь, 1992. - 34 с.

#### **Интернет-документы**

Зелинская, К.В. Теоретические аспекты возможности селективного извлечения мицрокомпонентов из подземных хлоридно-кальциевых рассолов Сибирской платформы // Электронный журнал «Исследовано в России» – URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/2004/031.pdf> (дата обращения 1909.2021).

### **3.3 Порядок выполнения и защиты выпускных квалификационных работ**

#### **3.3.1 Организация выполнения и руководство выпускной квалификационной работой**

Выпускающая кафедра проводит следующие организационные мероприятия:

- собрание студентов-выпускников перед началом выполнения ВКР;
- периодический промежуточный контроль намеченного графика выполнения ВКР с отражением его результатов;
- обсуждение результатов выполняемых ВКР, в том числе в форме предварительной защиты.

При существенном отставании от намеченного графика или при несоответствии выполненной ВКР предъявляемым требованиям и при неудовлетворительных результатах предварительной защиты ВКР студент по представлению кафедры может быть не допущен к защите ВКР и отчислен из университета.

Руководители студентов, выполняющих выпускные квалификационные работы, назначаются приказом по университету по представлению выпускающей кафедры.

Задание на выполнения ВКР выдает руководитель. Содержание выпускной квалификационной работы в целом, и план по разделам, в частности, согласовывается со студентом.

Задание подписывается студентом и руководителем, утверждается заведующим кафедрой не позднее, чем за два месяца до защиты выпускной квалификационной работы.

#### **3.3.2 Примерная тематика и порядок утверждения тем выпускных квалификационных работ**

Выпускные квалификационные работы по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), программа бакалавриата «Электроснабжение» выполняются в виде выпускной квалификационной работе, и содержит технологическую часть, и, при необходимости, специальную часть. Технологическая часть предусматривает анализ исходных данных к работе и подготовку на их основе технического решения рассматриваемой в ВКР проблемы. Специальная часть направлена на разработку и обоснование рекомендаций, направленных на решение выделенной проблемы или задачи. Тема выпускной квалификационной работы определяется выпускающей кафедрой и утверждается приказом по университету. Студенту предоставляется право выбора темы выпускной квалификационной работы из перечня тем, сформулированных на кафедре. Каждый студент может самостоятельно предложить тему дипломной работы при согласии научного руководителя.

#### **Примерная тематика выпускных квалификационных работ по направлению**

##### **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Разработка внешнего электроснабжения крупного населенного пункта или городского микрорайона, в том числе:

1. Проектирование ВЛ 35-110 кВ.
2. Проектирование ВЛ 0,4-10 кВ.
3. Проектирование КЛ - 0,4-110 кВ.
4. Проектирование РП, ТП.
5. Оптимизация режима работы распределительных сетей.
6. Проектирование электроснабжения жилого микрорайона.
7. Проектирование электроснабжения сельскохозяйственного района.
8. Реконструкция ПС 35/6 кВ с переводом на напряжение 110/6 кВ.
9. Реконструкция сетей 0,4 кВ в масштабе филиала электросетевой компании с установкой столбовых трансформаторных подстанций.
10. Реконструкция ПС 35/10 кВ с заменой трансформаторов.
11. Проверка подстанции 110 кВ на электромагнитную совместимость.
12. Исследование типовых проблем электромагнитной совместимости подстанций при ретрофите и их решений.

13. Разработка мероприятий по снижению потерь электроэнергии электросетевых предприятий.
14. Системы регулирования напряжения и реактивной мощности.
15. Проект электроосвещения и силового электрооборудования бассейна «Металлург» в связи с капитальным ремонтом.
16. Исследование режимов электроснабжения АК ЛМЗ.
17. Проектирование схемы электроснабжения учебно-бытового корпуса.
18. Замена двухтрансформаторного КТП.
19. Модернизация схемы электроснабжения закрытого комплектного устройства.
20. Модернизация системы защиты трансформаторной подстанции от токов короткого замыкания.
21. Модернизация подстанции 220/6 кВ.

### **3.3.3 Защита выпускной квалификационной работы**

Защита выпускных квалификационных работ происходит на заседаниях ГЭК. Заседания ГЭК проходят на выпускающих кафедрах.

График защит с предварительным распределением выпускников по дням устанавливается выпускающей кафедрой за месяц до начала работы ГЭК и доводится до сведения выпускников. Перенос срока защиты в пределах отведенного графика учебного процесса для конкретного выпускника возможен только с разрешения заведующего кафедрой.

Выпускник за 7 календарных дней до защиты обязан представить выпускную квалификационную работу заведующему выпускающей кафедрой.

В государственную аттестационную комиссию в день заседания до его начала должны быть представлены:

- выпускная квалификационная работа, включающая пояснительную записку, подписанную студентом, руководителем и заведующим выпускающей кафедрой, презентация доклада, содержащая основные таблицы, графики, схемы, представляющие результат ВКР;
- учебная карточка студента (форма № 13), в которой отражаются сведения о выполнении студентом учебного плана и полученных им оценках по теоретическим дисциплинам, курсовым проектам и работам, учебной, производственным и преддипломным практикам, результат сдачи государственного экзамена;
- отзыв руководителя.

В Государственную экзаменационную комиссию могут быть представлены также другие материалы, характеризующие научную и практическую ценность выполненной выпускной квалификационной работы – печатные статьи по теме работы, документы, указывающие на её практическое применение, авторские свидетельства, заявки предприятий на работу, отзыв предприятия на выпускную квалификационную работу, выполненную по его заказу и т.п.

В начале процедуры защиты выпускной квалификационной работы секретарь ГЭК представляет студента и объявляет тему работы, передает председателю ГЭК пояснительную записку и все необходимые документы, после чего выпускник получает слово для доклада. На доклад отводится не более 10 минут. По завершению доклада члены экзаменационной комиссии имеют возможность задать вопросы. Вопросы членов экзаменационной комиссии и ответы студента записываются секретарём в протокол. Далее секретарь зачитывает отзыв руководителя. Выпускнику предоставляется возможность ответить на замечания, указанные в отзыве.

Члены экзаменационной комиссии в процессе защиты на основании представленных материалов, доклада и ответов на вопросы дают предварительную оценку выпускной квалификационной работы и подтверждают ее соответствие требованиям СУОС по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), программа бакалавриата «Электроснабжение». Мнения членов

экзаменационной комиссии по каждой выпускной квалификационной работе отражаются в оценочных листах с проставлением оценки (Приложение 6).

Экзаменационная комиссия по защите ВКР дает заключения о качестве и уровне представленных выпускных квалификационных работ. Для оценки используется чётырехбалльная шкала. Оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» определяется открытым голосованием.

После оформления протокола (в книге протоколов) заседания экзаменационной комиссии по защите ВКР объявляются результаты защиты – оценка.

Решение о присвоении выпускнику квалификации по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), программа бакалавриата «Электроснабжение» и выдаче диплома о высшем профессиональном образовании государственного образца принимает ГЭК по результатам итоговой государственной аттестации.

Студентам, защитившим выпускную квалификационную работу с оценкой «отлично», сдавшим на «отлично» итоговый экзамен и имевшим не менее 75% отличных оценок по дисциплинам учебного плана, а остальные оценки – «хорошо», выдается диплом с отличием (с отметкой в протоколе заседания ГЭК).

После защиты выпускных квалификационных работ секретарь выпускающей кафедры производит их регистрацию и составляет описание.

По окончании работы ГЭК председатель должен обсудить с членами ГЭК результаты защиты и составить отчёт.

После завершения работы ГЭК по представлению декана факультета издается приказ по университету о выпуске студентов.

Выпускающие кафедры в соответствии с планом своей работы должны обсудить и проанализировать результаты итоговой государственной аттестации выпускников.

Отчёт о работе ГЭК должен быть обсужден на заседании кафедры и передан заведующим кафедрой в соответствующее управление университета.

Протоколы итоговой государственной аттестации выпускников хранятся в архиве университета.

### **3.3.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы с помощью ВКР (критерии оценки результатов защиты ВКР)**

Критерии оценки содержания и защиты ВКР представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Критерии оценки содержания и защиты ВКР

Оценка	«5»	«4»	«3»	«2»
1 Содержание и оформление ВКР (соблюдение требований ГОСТ)	Содержание соответствует структуре методических указаний и высокому уровню выполнения ВКР. Оформление соответствует требованиям методических указаний и ГОСТ. Демонстрационные материалы отражают полностью содержание работы.	Содержание соответствует структуре методических указаний и выше среднего уровня выполнения ВКР. Оформление соответствует требованиям методических указаний и не соответствуют требованиям ГОСТ. Демонстрационные материалы в основном отражают содержание работы.	Содержание не полностью соответствует структуре методических указаний и соответствует среднему уровню выполнения ВКР. Оформление не полностью соответствует требованиям методических указаний и не соответствуют требованиям ГОСТ. Демонстрационные материалы не отражают содержание работы.	Содержание не соответствует структуре методических указаний и соответствует низкому уровню выполнения ВКР. Оформление не соответствует требованиям методических указаний и ГОСТ. Демонстрационные материалы отсутствуют.

	Оценка	«5»	«4»	«3»	«2»
				содержание работы.	
2	Защита ВКР	<p>Доклад чёткий, технически грамотный с соблюдением отведенного времени, дающий полное представление о выполненной работе.</p> <p>Студент грамотно и логично излагает ответы на вопросы, правильно обосновывает принятые решения, ответ увязывается с практикой и теорией.</p>	<p>Доклад чёткий, технический грамотный с незначительными отступлениями от предъявляемых требований. Студент грамотно излагает ответы на вопросы, не допускает существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения.</p>	<p>Доклад с отступлением от регламента времени и требуемой последовательности изложения материала.</p> <p>Студент нарушает последовательность в ответах на вопросы, допускает неточности, недостаточно правильно формулировки.</p>	<p>Доклад с отступлением от принятой терминологии со значительным отступлением от регламента времени.</p> <p>Студент не может выстроить ответ и/или допускает существенные ошибки.</p>

Таблица 3.6 - Критерии оценки уровня освоения компетенций

Перечень компетенций	Критерии и описание процедур оценки результатов обучения при выполнении ВКР	Кол-во баллов	Объект контроля
Код			
УКУК-1. ГИА	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации для решения поставленных профессиональных задач;</li> <li>– подходы в постановке задач для достижения поставленной цели, обладает знаниями в выборе оптимальных способов их решения;</li> <li>– различные приёмы и способы социализации личности и социального взаимодействия;</li> <li>– общий лексический минимум русского и изучаемого иностранного языка;</li> <li>– базовый тезаурус учебных дисциплин (истории и философии) на русском языке;</li> <li>– литературную норму и особенности делового функционального стиля, требования к устной и письменной формам деловой коммуникации на русском и изучаемом иностранном языке;</li> <li>– основные философские основания анализа и социально-исторический контекст формирования культурного разнообразия общества (этнокультурных и конфессиональных особенностей), основы этики межкультурной коммуникации;</li> <li>– процесс саморазвития личности и основные принципы самообразования;</li> <li>– уровень требований и принципы оценки уровня физической подготовленности для социальной и профессиональной работы;</li> <li>– пути и методы повышения уровня физического</li> </ul>	20	<p>Качество оформления пояснительной записки к ВКР.</p> <p>Актуальность темы исследования. Качество анализа используемой литературы в пояснительной записке к ВКР.</p> <p>Защита ВКР.</p>

Перечень компетенций	Критерии и описание процедур оценки результатов обучения при выполнении ВКР	Кол-во баллов	Объект контроля
Код			
	<p>развития человека;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– уровень требований для создания и поддержания в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасных условий жизнедеятельности;</li> <li>– правила поведения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;</li> <li>– основные принципы недискриминационного языка в отношении людей с инвалидностью (корректное употребление формулировок, связанных с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья), а также эмпатии и психологической поддержки;</li> <li>– базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели и формы участия государства в экономике;</li> <li>– признаки экстремистской, террористической и коррупционной деятельности.</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять системный подход на основе поиска, критического анализа и синтеза информации для решения научно-технических задач профессиональной области;</li> <li>– исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, выбирать оптимальные способы решения научно-технических задач в профессиональной области для достижения поставленной цели;</li> <li>– строить отношения с окружающими людьми, с коллегами;</li> <li>– анализировать, сравнивать, обобщать и оценивать информацию (факты, события, явления, мнения) на русском и изучаемом иностранном языке;</li> <li>– логично, аргументировано и ясно выражать свои мысли в устной и письменной формах на русском и изучаемом иностранном языке в ситуациях межличностной, профессиональной и деловой коммуникации;</li> <li>– учитывать в процессе взаимодействия историческую обусловленность и онтологические основания межкультурного разнообразия российского общества (этнокультурных и конфессиональных особенностей);</li> <li>– осуществлять межкультурный диалог с представителями разных культур;</li> <li>– проявлять межкультурную толерантность как этическую норму поведения в социуме;</li> <li>– планировать свое рабочее время или время для саморазвития, формулировать цели личностного и профессионального развития, а также условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, индивидуально-личностных особенностей;</li> <li>– проводить оценку уровня физической подго-</li> </ul>		

Перечень компетенций	Критерии и описание процедур оценки результатов обучения при выполнении ВКР	Кол-во баллов	Объект контроля
Код			
	<p>товленности для последующей профессиональной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– контролировать состояние своего физического развития и управлять этим состоянием;</li> <li>– создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества;</li> <li>– соблюдать правила техники безопасности при проведении научно-исследовательских работ и в области профессиональной деятельности;</li> <li>– умеет вести себя при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;</li> <li>– в общении с инвалидами фокусироваться не на проблеме, а на человеке (личности), с его возможностями и условиями социального окружения человека с инвалидностью;</li> <li>– применять методы личного экономического и финансового планирования для достижения текущих и долгосрочных финансовых целей;</li> <li>– выявлять информацию, призывающую к осуществлению экстремистской и террористической деятельности, а также признаки коррупционного поведения.</li> </ul> <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками поиска, синтеза и критического анализа информации в своей профессиональной области;</li> <li>– системным подходом для решения поставленных задач;</li> <li>– навыками определения круга профессиональных задач в рамках поставленной цели;</li> <li>– выбором оптимальных способов их решения с учётом действующих правовых норм и имеющихся ресурсов;</li> <li>– навыками участия в командной работе, в социальных проектах, распределения ролей в условиях командного взаимодействия;</li> <li>– навыками устного и письменного делового общения на русском и изучаемом иностранном языке; навыками публичной речи;</li> <li>– навыками подготовки и представления устного и письменного сообщения; навыками делового речевого этикета;</li> <li>– основной терминологией в деловой сфере на русском и изучаемом иностранном языке;</li> <li>– опытом оценки явлений культуры, навыками межкультурной коммуникации в профессиональной среде с учётом этических норм, исторической обусловленности и онтологических оснований этнокультурных, конфессиональных особенностей участников взаимодействия;</li> <li>– навыками саморазвития и управления своим</li> </ul>		

Перечень компетенций	Критерии и описание процедур оценки результатов обучения при выполнении ВКР	Кол-во баллов	Объект контроля
Код			
	<p>временем;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками оценки, контроля и управления состоянием физического развития;</li> <li>– навыками определения достаточного (комфортного) состояния для полноценной социальной и профессиональной деятельности;</li> <li>– навыками техники безопасности в повседневной жизни и при выполнении работ в области профессиональной деятельности;</li> <li>– навыками создания и соблюдения безопасных условий жизнедеятельности; владеет навыками действий при угрозе и в условиях чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;</li> <li>– навыками инклюзивного волонтерства (вовлечение инвалидов в волонтерскую общественную деятельность), взаимодействия с инвалидами на основе гуманистических ценностей, поддержки инвалидов в сложной ситуации;</li> <li>– навыками использования финансовых инструментов для управления личными финансами (личным бюджетом), контролирует собственные экономические финансовые риски;</li> <li>– навыками противодействия экстремизму, терроризму и коррупционному поведению в профессиональной деятельности.</li> </ul>		
УКОПК-1. ГИА	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы электротехники, основы энергетики принципы работы и характеристики электрических машин различных типов.</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять метод анализа, моделирования электрических цепей постоянного и переменного тока, режимов работы трансформаторов, электрических машин.</li> </ul> <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– расчёта и анализа электрических цепей, объектов энергетики, режимов работы электрических машин разных типов.</li> </ul>	30	<p>Качество анализа технологических процессов производства, качество расчётов в пояснительной записке к ВКР.</p> <p>Защита ВКР</p>
УКПК-1. ГИА	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные информационные технологии, сетевые компьютерные технологии, математические пакеты в электротехнике.</li> <li>– основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения;</li> <li>– состав, этапы, последовательность и особенности предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.</li> <li>– нормативные требования и основные критерии оценки принимаемых проектных решений; струк-</li> </ul>	50	<p>Качество анализа технологических процессов производства, качество расчётов в пояснительной записке к ВКР.</p> <p>Защита ВКР</p>

Перечень компетенций	Критерии и описание процедур оценки результатов обучения при выполнении ВКР	Кол-во баллов	Объект контроля
Код			
	<p>туру и правила оформления проектных и отчётных документов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Знает правила технологического функционирования электроэнергетических систем; требования системы технического регулирования к системе электроснабжения; методики и правила проведения расчётов для проекта системы электроснабжения.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять современные программно-вычислительные комплексы для исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности.</li> <li>– проектировать схемы, электротехнические и электроэнергетические установки;</li> <li>– применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.</li> <li>– формировать обоснованные проектные решения по объектам профессиональной деятельности; оформлять проектные и отчётные документы</li> <li>– выбирать необходимые требования к функционированию системы электроснабжения; выбирать методики расчёта для проекта системы электроснабжения; определять перечень оборудования для системы электроснабжения.</li> <li>–</li> </ul> <p><b>Владеет навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математического моделирования при анализе и расчёте объектов профессиональной деятельности</li> <li>– расчёта схем и режимов работы электронных и электротехнических установок;</li> <li>– использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.</li> <li>– публичной защиты проектов и отчётов; проводить доработку проектов и отчётов с учётом высказанных замечаний</li> <li>– формирования перечня оптимальных технических решений проектной документации системы электроснабжения; выполнения расчётов для проекта системы электроснабжения;</li> </ul>		
	ВСЕГО	100	

Оценка реализации компетенций в ВКР по 100-балльной шкале проводится с учётом следующих положений:

«неудовлетворительной» считается работа, результаты которой оценены 54 баллами и ниже;

отметка «удовлетворительно» выставляется, если работа оценивается 55-70 баллами;

отметка «хорошо» выставляется при оценке от 71 до 84 баллов;

отметка «отлично» - от 85 до 100 баллов.

Итоговая предлагаемая оценка по ВКР выставляется членами ГЭК в оценочный лист (приложение 6) в соответствии с критериями, с учетом оценки руководителя работы на основе заполнения итоговой таблицы.

Таблица 3.7 – Итоговая оценка выпускной квалификационной работы

Итоговая оценка выставляется	Если получены оценки		Уровень освоения компетенций	Оценка руководителя
	за содержание и оформление ВКР	за защиту ВКР		
Отлично	отлично	отлично, хорошо	отлично	отлично
Хорошо	отлично, хорошо	хорошо, удовлетворительно	хорошо	отлично, хорошо
Удовлетворительно	отлично, хорошо, удовлетворительно	удовлетворительно, неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо, удовлетворительно
Неудовлетворительно	удовлетворительно, неудовлетворительно	неудовлетворительно	неудовлетворительно	неудовлетворительно

По окончании процедуры защиты ВКР путем суммирования оценок всех членов ГЭК рассчитывается средняя оценка для каждого студента, на основании которой высчитывается предлагаемая общая оценка выполнения и защиты ВКР в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале.

Критерии выведения общей оценки:

«Отлично» – средняя оценка  $> 4,5$ .

«Хорошо» – средняя оценка  $> 3,7$  и  $\leq 4,5$ .

«Удовлетворительно» – средняя оценка  $\geq 3,0$  и  $\leq 3,7$  при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки по критериям оценивания, кроме портфолио.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка  $< 3,0$  или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка по критериям оценивания.

Итоговая оценка определяется исходя из рассчитанной общей оценки путем открытого голосования экзаменационной комиссии. Решение об оценке принимается большинством голосов членов комиссии.

При равном числе голосов председатель комиссии обладает правом решающего голоса.

Приложение 1  
Форма оценочного листа члена ГЭК по приёму госэкзамена

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Лысьвенский филиал федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ  
ЧЛЕНА ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ КОМИССИИ  
по приёму государственного экзамена

по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, (уровень бакалавриата), программа бакалавриата «Электроснабжение»

Группа \_\_\_\_\_ факультета профессионального образования

№ п/п	Фамилия И.О.	Номер билета	Оценки за государственный экзамен				Средняя оценка	Итоговая оценка		
			Знания		Умения, владения					
			1	2	3	4				
1										
2										
3										
...										

Член ГЭК \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

(подпись)

«\_\_\_\_\_» 20\_\_\_\_ г.

**Приложение 2**  
**Форма титульного листа ВКР**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Лысьвенский филиал федерального государственного автономного  
 образовательного учреждения высшего образования  
 «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Факультет: Профессионального образования

Кафедра: Общенаучных дисциплин

Направление: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль: «Электроснабжение»

Допускается к защите

Зав. кафедрой ОНД

/И.О. Фамилия/

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Дипломная работа / Дипломный проект

**на тему:** \_\_\_\_\_

Студент: \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
 (подпись, дата)

Группа: \_\_\_\_\_

Состав ВКР:

Пояснительная записка на \_\_\_\_ стр.

Графическая часть на \_\_\_\_ листах.

Руководитель: \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата)

И.О. Фамилия

Руководитель бака-  
 лаврской программы:  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата)

И.О. Фамилия

Проверено на наличие  
 заимствования:  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата)

И.О. Фамилия

**Приложение 3**  
**Форма задания на выполнение ВКР**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Лысьвенский филиал федерального государственного автономного  
 образовательного учреждения высшего образования  
 «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Факультет: Профессионального образования  
 Направление: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
 Профиль: ««Электроснабжение»»  
 Кафедра: Общенаучных дисциплин

УТВЕРЖДАЮ  
 Зав. кафедрой  
 /И.О. Фамилия/  
 «\_\_\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**  
 на выполнение выпускной квалификационной работы

Фамилия, И.О. \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Начало выполнения работы \_\_\_\_\_

Срок предоставления на кафедру: \_\_\_\_\_

Защита работы на заседании ГЭК: \_\_\_\_\_

1. Наименование темы \_\_\_\_\_

2. Исходные данные к работе \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

3. Содержание пояснительной записки: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

4. Дополнительные указания

Основная литература:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ / И.О. Фамилия  
 (подпись, дата)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ / И.О. Фамилия  
 (подпись, дата)

**Приложение 4**  
**Календарный график выполнения ВКР**

**Календарный график выполнения выпускной квалификационной работы**

№ п.п.		Объём этапа, %	Сроки выполнения		Примечание
			начало	конец	
1.	Получение задания на выполнение ВКР				
2.	Написание ВКР				
3.	Оформление пояснительной записи				
4.	Представление работы на проверку и отзыв руководителя квалификационной работы				
5.	Представление работы заведующему кафедрой				
6.	Защита на заседании ГЭК				

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

«\_\_\_\_» 20\_\_ г.

**Приложение 5**  
**Форма отзыва руководителя ВКР**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Лысьвенский филиал федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

**ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ**  
**ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Выпускная квалификационная работа выполнена

Студентом (кой) \_\_\_\_\_

Факультет профессионального образования

Кафедра Общенаучных дисциплин

Направление подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"

Наименование темы \_\_\_\_\_

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

(Ф.И.О., место работы, должность, ученое звание, степень)

Текст отзыва

(В произвольной форме руководитель отмечает основные качества студента и его выпускной квалификационной работы):

- самостоятельность работы студента,
- умение студента анализировать состояние решаемых задач,
- степень полноты решения поставленных задач,
- уровень, корректность и глубину приводимых решений,
- ясность, чёткость, стиль и уровень грамотности изложения результатов,
- применение современных информационных технологий,
- оригинальность и новизна полученных результатов,
- обоснованность разработанных предложений (проекта),
- достоинства и недостатки выпускной квалификационной работы.

**В заключение** отзыва отмечается, что задание на ВКР выполнено полностью (не полностью). Подготовленность студента соответствует (не соответствует) требованиям СУОС по направлению подготовки 13.02.03 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), программа бакалавриата «Электроснабжение».

Предлагаемая оценка за ВКР \_\_\_\_\_.

«\_\_\_» 20\_\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

**Приложение 6**  
**Форма оценочного листа**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Лысьвенский филиал федерального государственного автономного  
 образовательного учреждения высшего образования  
 «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

**ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ**  
**члена экзаменационной комиссии**  
**по защите выпускной квалификационной работы**

**по направлению** 13.02.03 Электроэнергетика и электротехника, (уровень бакалавриата),  
 программа бакалавриата «Электроснабжение»

**Группа** \_\_\_\_\_

№ п/п	Ф.И.О.	Оценка за содержа- ние ВКР	Оценка за защиту ВКР	Оценка уровня освоения компетенций	Оценка руководителя	Общая оценка

Член ГЭК \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_  
 (подпись))

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

## Приложение 7

## Перечень тем ВКР, предлагаемых обучающимся

№ п.п	Примерные темы ВКР	Перечень профессиональных задач
Проектная деятельность		
1	Проектирование ВЛ 35-110 кВ.	– анализ параметров и требований источников питания, а также характеристик нагрузки и технологического процесса для проектирования систем электроснабжения и их компонентов;
2	Проектирование электроснабжения жилого микрорайона	– сбор и анализ данных для проектирования;
	Реконструкция сетей 0,4 кВ в масштабе филиала электросетевой компании с установкой столбовых трансформаторных подстанций.	– участие в расчётах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
	Реконструкция ПС 35/10 кВ с заменой трансформаторов.	– контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации и стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
Научно-исследовательская деятельность		
1	Проверка подстанции 110 кВ на электромагнитную совместимость	– участие в выполнении научных исследований электротехнических устройств под руководством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов;
2	Исследование устройств АПВ в системах электроснабжения на базе лаборатории силового электрооборудования ЛФ ПНИПУ	– изучение и анализ научно-технической информации;
3	Оптимизация режима работы распределительных сетей	– применение стандартных пакетов прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов;
4	Модернизация лабораторных стендов по курсу «Электрические и электронные аппараты»	– проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов
5	Разработка методических указаний для стенда «Основы автоматизации управления в системах электроснабжения»	– комплексный анализ результатов эксперимента;
		– подготовка и оформление отчётов по научно-исследовательским работам.

## Приложение 8

### Пример оформления реферата ВКР

#### РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 55 стр., 7 рис., 5 табл., 25 источников.

**СИЛЬВИНИТОВАЯ РУДА, ГЛИНИСТО-КАРБОНАТНЫЕ МИНЕРАЛЫ, ГРАВИТАЦИОННОЕ ОБЕСШЛАМЛИВАНИЕ, ГИДРОЦИКЛОН СВП, ФЛОТАЦИОННОЕ ОБЕСШЛАМЛИВАНИЕ.**

Целью работы является повышение эффективности процесса обесшламливания высокоглинистой сильвинитовой руды без перерасхода реагентов.

Для достижения поставленной цели предлагается установить гидроциклон марки СВП-500 для обесшламливания подрешетного продукта сит предварительной классификации. Результатом реализации предлагаемого мероприятия является снижение содержания нерастворимого остатка в питании сильвиновой флотации, снижение потерь хлорида калия с глинистым шламом, снижение расходного коэффициента по руде.

В выпускной квалификационной работе выполнен теоретический анализ процесса флотации минералов нерастворимого остатка; произведен расчёт качественно-количественной схемы отделения обесшламливания сильвинитовой руды, товарного и технологического балансов фабрики; выполнены расчёты гидроциклона, флотационной машины.

Описаны мероприятия по охране труда на производстве.

Технико-экономические расчёты показали, что мероприятия, предлагаемые в работе, являются экономически целесообразными. Снижение себестоимости 1 т хлорида калия составит 17 рублей.

Предлагаемые технические решения могут быть использованы при внедрении схемы дополнительного обесшламливания на обогатительной фабрике БКПРУ-2. Графическая часть проекта представлена на 4 листах формата А1.

## Лист регистрации изменений