

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра электромеханики



Утверждаю  
Проректор по учебной работе  
Н.Г.Зарипов  
2015 г.

# **ПРОГРАММА государственной итоговой аттестации**

выпускников по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль)

Электроэнергетические системы и сети

Уровень подготовки  
бакалавриат

Квалификация  
бакалавр

Уфа 2015

Программа ГИА является приложением к основной профессиональной образовательной программе высшего образования по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника и профилю Электроэнергетические системы и сети.

доцент \_\_\_\_\_ Т.Ю. Волкова

доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_ А.Р. Валеев

доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_ Ю.В. Рахманова

Программа одобрена на заседании кафедры «Электромеханика»  
"28" 09 2015 г., протокол № 1а

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ф.Р.Исмагилов

Программа ГИА утверждена на заседании Научно-методического совета по  
УГСН 13.00.00 Электро- и теплотехника

"28" 09 2015 г., протокол № 1а

Председатель НМС \_\_\_\_\_ Ф.Р.Исмагилов

Представитель работодателя

Заместитель Генерального директора - Технический директор  
ОАО «БЭСК»



Р.А.Ишмаев

(подпись) (расшифровка подписи)

Начальник ООПБС \_\_\_\_\_ А. Н. Шершпева

## 1. Общие положения

Государственная итоговая аттестация по программе бакалавриата является обязательной для обучающихся, осваивающих программу высшего образования вне зависимости от форм обучения и форм получения образования, и претендующих на получение документа о высшем образовании образца, установленного Министерством образования и науки Российской Федерации.

Целью государственной итоговой аттестации является установление уровня подготовленности обучающегося образовательной организации высшего образования (далее – ООВО), осваивающего образовательную программу бакалавриата (далее – обучающийся), к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее – ОПОП) по соответствующему направлению подготовки, разработанной на основе образовательного стандарта.

Трудоёмкость государственной итоговой аттестации в зачетных единицах определяется ОПОП в соответствии с образовательным стандартом 9 з.е/324 часа.

### 1.1 Государственная итоговая аттестация по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

включает:

- а) государственный экзамен;
- б) защиту выпускной квалификационной работы.

### 1.2 Перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы

*общефессиональными компетенциями:*

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);
- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);

*профессиональными компетенциями, соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа магистратуры:*

*проектно-конструкторская деятельность:*

- способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);
- способностью проводить обоснование проектных решений (ПК-4);

*производственно-технологическая деятельность:*

- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);
- способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию (ПК-9);

Требования к результатам обучения (знания, умения, владения) представлены в рабочих программах по дисциплинам (модулям) и программах практик, НИР и программе государственной итоговой аттестации.

## 2 Требования к выпускнику, проверяемые в ходе государственного экзамена

В рамках проведения государственного экзамена проверяется степень освоения выпускником следующих компетенций:

Код	Содержание
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>	
ПК-3	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
ПК-5	Электрические станции и подстанции
ПК-6	Электроэнергетические системы и сети Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в системах электроснабжения Координация и оптимизация уровней токов коротких замыканий в электроэнергетических системах Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения Оптимизация электроэнергетических систем Оптимизация установившихся режимов электроэнергетических систем

### 2.1 Перечень основных учебных модулей (дисциплин) образовательной программы или их разделов и вопросов, выносимых для проверки на государственном экзамене

**ПК-3 способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования**

Дисциплина - Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Темы

1. Общие вопросы выполнения устройств релейной защиты.
2. Токовые защиты, их разновидности.
3. Дифференциальная, дистанционная и высокочастотные защиты линий.
4. Защита силовых трансформаторов и автотрансформаторов
5. Защита отдельных элементов электрических станций и подстанций.
6. Автоматика энергосистем. Противоаварийная автоматика защитных отключений, повторных и резервных включений
7. Микропроцессорная интегрированная релейная защита и автоматика элементов электроэнергетических систем. Принципы действия элементов цифровой релейной защиты

**ПК-5 готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности**

Дисциплина - Электрические станции и подстанции

Темы

1. Основное электрооборудование электростанций и подстанций
2. Электрооборудование распределительных устройств электростанций и подстанций
3. Схемы распределительных устройств электростанций и подстанций
4. Схемы питания собственных нужд электрических станций и подстанций
5. Конструкции распределительных устройств электрических станций и подстанций

**ПК-6 способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности**

Дисциплина - Электроэнергетические системы и сети

Темы

1. Общая характеристика систем передачи и распределения электрической энергии
2. Конструктивное выполнение, модели, параметры и характеристики ЭСис

3. Моделирование и учет электрических нагрузок
4. Расчет и анализ установившихся режимов разомкнутых электрических сетей
5. Расчет и анализ установившихся режимов простых замкнутых электрических сетей
6. Методы расчета и анализа потерь электрической энергии
7. Баланс мощностей и регулирование частоты в электроэнергетической системе
8. Регулирование напряжения в электрических сетях
9. Основы построения схем систем передачи и распределения электрической энергии
10. Технико-экономические расчеты при проектировании электрических сетей
11. Оптимизация параметров и режимов электрических сетей

**ПК-6 способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности**

Дисциплина - Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в системах электроснабжения (Координация и оптимизация уровней токов коротких замыканий в электроэнергетических системах)

Темы

1. Общие сведения о переходных процессах в СЭС
2. Электромагнитные переходные процессы в простейших трехфазных цепях
3. Симметричный установившийся режим короткого замыкания
4. Начальный момент внезапного нарушения режима
5. Переходные процессы при нарушении симметрии
6. Однократная несимметрия в СЭС
7. Практические методы расчета коротких замыкания
8. Характеристики и параметры основных элементов СЭС
9. Статическая устойчивость
10. Динамическая устойчивость
11. Переходные процессы в узлах нагрузки
12. Изменение частоты и мощности в энергосистемах
13. Улучшение устойчивости СЭС

**ПК-6 способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности**

Дисциплина - Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения

Темы

1. Роль электропередач сверхвысокого напряжения в современной энергетике
2. Конструкция фазы. Удельные погонные параметры линий СВН
3. Основные характеристики некомпенсированной линии переменного тока
4. Схемы замещения протяженных электропередач переменного тока
5. Компенсированные линии. Круговые диаграммы. Распределение напряжения и реактивной мощности
6. Расчеты нормальных и послеаварийных режимов электропередач СВН. Потери мощности и энергии в линиях СВН
7. Режим одностороннего включения протяженной линии СВН
8. Пропускная способность электропередачи СВН и пути ее повышения
9. Управляемые (гибкие) линии переменного тока
10. Электропередачи и вставки постоянного тока.
11. Проектирование электропередач сверхвысокого напряжения

**ПК-6 способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности**

Дисциплина - Оптимизация электроэнергетических систем (Оптимизация установившихся режимов электроэнергетических систем)

## Темы

1. Численные методы оптимизации установившихся режимов
2. Методы нелинейного программирования для оптимизации установившихся режимов
3. Общая структура алгоритмов расчета установившегося режима электроэнергетической системы
4. Применение точных и итерационных методов для решения линейных уравнений узловых напряжений
5. Методы предварительного преобразования системы уравнений установившегося режима
6. Методы решения нелинейных уравнений установившегося режима
7. Проверка колебательной и апериодической устойчивости режима сложной энергосистемы
8. Анализ статической устойчивости при расчете установившегося режима и определение режимов, предельных по апериодической устойчивости
9. Основные определения и вывод основного уравнения модального анализа свойств электроэнергетической системы.
10. Оптимизация режима работы сложной энергосистемы.

### 2.2 Критерии выставления оценок на государственном экзамене

В целях проведения все охватывающей проверки уровня освоения компетенций в экзаменационный билет включаются дисциплины, которые формируют соответствующие компетенции. По компетенциям ПК-3 и ПК-5 выдается один теоретический вопрос и практическая задача. По компетенции ПК-6 выдается четыре теоретических вопроса и практическая задача. В итоге по каждому билету студент должен дать 2 письменных ответа на 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание по данным компетенциям.

При выставлении оценок по каждой компетенции (дисциплине) необходимо руководствоваться следующими критериями:

По теоретическому вопросу оценка *«отлично»* выставляется студенту, продемонстрировавшему всестороннее, систематизированное и глубокие теоретические знания учебного материала; оценка *«хорошо»* выставляется студенту, показавшему полные знания теоретического материала, не допустившему существенных неточностей в ответе; оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, показавшему знание основного материала, но не усвоившему его деталей, допустившему неточность, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала по компетенции (дисциплине); оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, не знающему значительной части материала, допустившему существенные ошибки и нелогично изложившему свой ответ.

#### По практическому заданию :

Оценка *«отлично»* выставляется студенту при следующих условиях:

- четко определившему проблему практической ситуации, причинно-следственные связи, правильно сформулировавшему цели и задачи;
- показавшему высокий уровень навыков аналитической деятельности и умение использовать теоретические знания в решении конкретной практической ситуации;
- проявившему высокую степень самостоятельности и оригинальности в представлении альтернативных вариантов решения;
- предложившему аргументированные, четко структурированные и логичные выводы и решения.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту при следующих условиях:

- не достаточно четко определившему проблему или причинно-следственные связи в практическом задании;
- показавшему навыки аналитической деятельности, но допустившему неточности в умении использовать теоретические знания в решении конкретной практической ситуации;
- проявившему попытку проанализировать альтернативные варианты решения, но с некоторыми ошибками и упущениями;
- выводы недостаточно аргументированы, но достаточно четко структурированы и логически обоснованы без нарушения общего смысла.

Если задание практической ситуации жестко структурировано (имеет иерархию в виде различных уровней решения), то оценка *«хорошо»* ставится при выполнении базового уровня решения.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту при следующих условиях:

- слабо определившему причинно-следственных связи практической ситуации и плохо сформулировавшему цели и задачи кейса;
- проявившему низкий уровень аналитических способностей и допустившему серьезные ошибки при использовании теоретических знаний в решении конкретной практической ситуации;
- показавшему недостаточность или отсутствие собственной точки зрения и оригинальности в анализе альтернативных вариантов решения практического задания;
- выводы плохо структурированы, не основаны на четких аргументах, нарушена заданная логика, ответы не снабжены комментариями.

Если задание практической ситуации жестко структурировано (имеет иерархию в виде различных уровней решения), то оценка *«удовлетворительно»* ставится при выполнении практического задания на базовом уровне, но при этом проведен недостаточно глубокий анализ ситуации.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях и выполнившего практическое задание на пороговом уровне (полное отсутствие попыток анализа альтернативных вариантов решения, аргументация отсутствует, ответы не структурированы или не получены, отсутствует логика изложения) что свидетельствует о несформированности требуемого уровня освоения компетенции.

Методические указания по выставлению итоговой оценки сводятся к следующему:

**1.** Сначала выставляется общая оценка по результатам освоения конкретной компетенции (дисциплины) в соответствии со следующими правилами:

- а) если среднеарифметическое значение составляет 4,5 и более, то выставляется оценка *«отлично»*;
- б) если среднеарифметическое значение составляет от 3,5 до 4,49, то выставляется оценка *«хорошо»*;
- в) если среднеарифметическое значение составляет от 3,0 до 3,49, то выставляется оценка *«удовлетворительно»*;
- г) если среднеарифметическое значение составляет менее 3,0, то выставляется оценка *«неудовлетворительно»*;
- д) если среди трех оценок есть хотя бы одна оценка *«неудовлетворительно»*, то общая оценка *«отлично»* и *«хорошо»* не выставляется.

**2.** Общая оценка по конкретной компетенции (дисциплине) выставляется на основе оценки, полученной по ответу на теоретические вопросы, и оценки по практическому заданию (ситуационной задаче в виде кейс-анализа) в соответствии со следующими правилами:

- а) если среднеарифметическое значение составляет 4,5 и более, то выставляется общая оценка *«отлично»*;
- б) если среднеарифметическое значение составляет от 3,5 до 4,49, то выставляется общая оценка *«хорошо»*;
- в) если среднеарифметическое значение составляет от 3,0 до 3,49, то выставляется общая оценка *«удовлетворительно»*;
- г) если среднеарифметическое значение составляет менее 3,0, то выставляется общая оценка *«неудовлетворительно»*;
- д) если среди трех оценок есть хотя бы одна оценка *«неудовлетворительно»*, то общая оценка *«отлично»* и *«хорошо»* не выставляется.

**3.** Итоговая оценка государственного экзамена по оцениваемым компетенциям (дисциплинам) выставляется на основе общих оценок по каждой компетенции в соответствии со следующими правилами:

- а) если среднеарифметическое значение общих оценок составляет 4,5 и более, то выставляется итоговая оценка *«отлично»*;

- б) если среднеарифметическое значение общих оценок составляет от 3,5 до 4,49, то выставляется итоговая оценка «хорошо»;
- в) если среднеарифметическое значение общих оценок составляет от 3,0 до 3,49, то выставляется итоговая оценка «удовлетворительно»;
- г) если среднеарифметическое значение общих оценок составляет менее 3,0, то выставляется итоговая оценка «неудовлетворительно»;
- д) если среди общих оценок есть хотя бы одна оценка «неудовлетворительно», то итоговая оценка «отлично» и «хорошо» не выставляется.

На государственном экзамене следует создать обстановку объективности и высокой требовательности в сочетании с доброжелательным, внимательным отношением членов комиссии к экзаменуемым студентам.

### 2.3 Порядок проведения экзамена

Учебным планом подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника государственный экзамен предусмотрен в 8 семестре в соответствии с утвержденным графиком учебного процесса.

Сдача итогового государственного экзамена проводится в письменной форме на открытом заседании экзаменационной комиссии по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, назначенной ректором университета. В состав комиссии входят ведущие преподаватели специальных дисциплин.

На выполнение экзаменационного задания отводится 4 академических часа.

**2.3.1** В качестве результатов по государственному экзамену, возможно зачесть результат сдачи студентом Федерального интернет экзамена бакалавров.

Федеральный Интернет-экзамен для выпускников бакалавриата (ФИЭБ) реализуется как **добровольная сертификация выпускников бакалавриата** на соответствие требованиям ФГОС. Актуальность проекта обусловлена внесением изменений в [ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»](#), который дополнен статьей 95.1: «Независимая оценка качества подготовки обучающихся по инициативе участников отношений в сфере образования в целях подготовки информации об уровне освоения обучающимися образовательной программы или ее частей, предоставления участникам отношений в сфере образования информации о качестве подготовки обучающихся».

Решение об учете результатов ФИЭБ, в качестве результатов Государственного экзамена, принимается НМС, на основании сертификатов и заявлений студентов.

### 3. Требования к выпускной квалификационной работе

По итогам выпускной квалификационной работы проверяется степень освоения выпускником следующих компетенций:

Код	Содержание
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК)</b>	
ОПК-1	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
ОПК-2	способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>	
ПК-3	способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3)
ПК-4	способностью проводить обоснование проектных решений



ПК-5	готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
ПК-6	способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности
ПК-9	способностью составлять и оформлять типовую техническую

### 3.1 Вид выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа выполняется в виде бакалаврской работы.

### 3.2 Структура выпускной квалификационной работ и требования к ее содержанию

Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы определяются с учетом требований, изложенных в Порядке проведения государственной итоговой аттестации, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 июня 2015 г. № 636.

На защиту ВКР выносятся пояснительная записка и 4-5 чертежей формата А1, автореферат и отзыв руководителя. Пояснительная записка и чертежи в электронном виде сдаются руководителю работы и ответственному лицу с кафедры. Все листы с подписями должны быть отсканированы и вставлены в электронный вариант документа.

#### Требования к документам.

Пояснительная записка – текстовый документ, содержащий:

титульный лист	Стандартный бланк	Приложение 1
задание	Стандартный бланк	Приложение 2
календарный план работы	Стандартный бланк	Приложение 3
аннотацию	краткое изложение результатов, полученных (достигнутых) в проекте.	1 лист (5-6 предложений) Аннотация должна быть переведена на английский язык и оформлена по приложению 4.
содержание		
введение	<i>Введение</i> должно содержать обоснование и формулировку актуальности разработки проекта на основе ссылок на техническое задание, заказы электросетевых компаний на разработку данного вида элементов электроэнергетических систем, государственные или региональные планы или зарубежные тенденции развития соответствующих отраслей или данного вида систем и сетей.	3-4 листа
Глава 1	Раздел должен содержать постановку задачи на проектирование и ответ на вопрос: что сделано до сегодняшнего дня в области исследования и разработок элементов электроэнергетических систем, аналогичных разрабатываемым в проекте? Для этого, в разделе должен содержаться обзор технической литературы (учебные пособия, монографии, справочники, стандарты, периодические издания (журналы, информационные и рекламные выпуски),	20-25 листов.

	<p>патентная литература с технико-экономическим анализом современных тенденций развития электросетевого хозяйства, электрических станций и подстанций – аналогов разрабатываемых элементов электроэнергетической системы, новых методов их расчетов и проектирования. На основе анализа недостатков и нерешенных вопросов формулируется цель работы и конкретные задачи, решаемые в ДП.</p> <p><b>Заголовок раздела</b> должен отражать его содержание и формулироваться словами цели, достигаемой в нем.</p> <p><b>Не принимается</b> название: «Обзор литературы по...»</p> <p>Правильное название, например: «Распределительные сети»</p> <p>Отобранная, систематизированная информация и её анализ при патентных исследованиях включаются в данный раздел, а также оформляются в виде справки (форма справки о патентных исследованиях выдается в патентном отделе), которая подписывается студентом, согласовывается у руководителя проекта, визируется экспертом патентного отдела университета и помещается в пояснительной записке в приложении.</p>	
<p>Глава 2 Проект электрической сети</p>	<p>Содержит разработку и обоснование схемы развития районной распределительной сети в заданном районе энергопотребления, принципиальной электрической схемы сети, выбор главных схем электрических соединений подстанций сети, выбор трансформаторов подстанций; технико-экономическое обоснование варианта развития сети, расчет параметров электрических режимов сети, выбор проводов и их сечение, расчет потерь в сети, определение параметров и способов регулирования напряжения в узлах сети, обоснование электробезопасности и экологичности проекта.</p>	<p>Раздел состоит из следующих подпунктов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Техническое задание №1.</li> <li>2. Расчет проектируемого объекта (30-40л)</li> <li>3. Расчет параметров установившихся режимов обосновать с учетом поперечной составляющей падения напряжения (Один режим) Остальные режимы должны быть рассчитаны с помощью программ Растр или Энергия.</li> <li>4. Принципиальная функциональная электрическая схема развития сети (три - пять вариантов) - А1, карта режимов – А1.</li> <li>5. Требования к электробезопасности и экологичности проекта (4-5 листов)</li> </ol>

Глава 3 Проект электрической сети (ПС, ГРЭС, ТЭЦ) объекта	Содержит разработку и обоснование структурной схемы объекта проектирования и его главной схемы электрических соединений, основных элементов (выключатели, разъединители и т.д.) расчет количества присоединений, технико-экономическое обоснование выбранного варианта структурной схемы объекта, расчет токов короткого замыкания и проверка элементов главной схемы на термическую и динамическую стойкость, выбор токоведущих частей и конструкции распределительных устройств	Раздел состоит из следующих подпунктов: 1. Техническое задание №2. 2. Расчет проектируемого объекта (30-40л) 3. Расчет токов к.з. 4. Выбор основного оборудования РУ с проверкой по токам короткого замыкания 5. Выбор токоведущих частей 6. Выбор конструкции РУ с описанием 7. Требования к электробезопасности и экологичности проекта (4-5 листов) 8. Принципиальная электрическая схема – А1, разрез ячейки РУ или план объекта – А1
Специальная часть (по согласованию с руководителем ДП).	Это могут быть вопросы релейной защиты элементов объектов проектирования, АИИС КУЭ, обзор новых направлений в энергетике: провода, кабели, оборудование, ТП, КРУ и т.д., методов диагностирования и мониторинга электрооборудования распределительных устройств, вопросы гололедообразования на линиях электропередач и методы борьбы с этим явлением.	20-25 листов, желательно иметь плакат или чертеж.
заключение;	кратко формулируются основные результаты, полученные в ДП, научные выводы и практические рекомендации по повышению качества и потерь электроэнергетики.	
Список литературы	Не менее 25 источников, включая 5-7 англоязычных	
патентная справка	Выдается при проведении поисковых работ в патентном отделе	
Приложения	Спецификации, расчеты в Растре или Энергии.	

Рекомендуемый графический материал (всего 4 формата А1):

- Принципиальная функциональная электрическая схема вариантов развития сети – А1.
- Карта режимов сети (относится к ПЗ – А1).
- Принципиальная электрическая схема объекта проектирования по 2 главе – А1.
- Разрез ячейки РУ ВН или план объекта – А1.
- Плакат или схема спецчасти (рекомендуется) – А1.

- формат А1 (рекомендуется) – продолжение пояснительной записки. На формат выносятся уникальные разработки дипломной работы, результаты достигнутые самим автором.

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

Тематика выпускной квалификационной работы соответствует области и объектам профессиональной деятельности выпускника по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:

В соответствии с ФГОС ВО областью профессиональной деятельности бакалавра с профилем подготовки «Электроэнергетические системы и сети» является совокупность технических средств, способов и методов человеческой деятельности для производства, передачи, распределения, преобразования, применения электрической энергии, управления потоками энергии, разработки и изготовления элементов, устройств и систем, реализующих эти процессы.

Объектами профессиональной деятельности по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профилю «Электроэнергетические системы и сети» в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки являются:

- электроэнергетические системы и сети;
- системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов;
- установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные материалы, конструкции и средства их диагностики, системы защиты от молнии и перенапряжений, средства обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, высоковольтные электротехнологии;
- релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем;
- энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии.

При выборе темы следует четко сформулировать задачу, которая должна решаться в процессе выполнения ВКР: анализ существующей электрической сети или разработка новой сети, проектирование нового объекта (ТЭЦ, ГРЭС, подстанции) или реконструкция действующих объектов с целью улучшений показателей качества электроэнергии и уменьшения потерь при выработке и передаче.

Необходимо обратить особое внимание на такие вопросы, как:

- 1) реальность выбранной темы;
- 2) наличие элементов новизны;
- 3) решение задач анализа и синтеза проектируемых объектов и систем;
- 4) внедряемость принятых решений в производство;
- 5) количественное и качественное улучшение технико-экономических показателей разработки по сравнению с существующими;
- 6) использование новых методов проектирования;
- 7) актуальность и оригинальность проблемы.

Задание на ВКР утверждается выпускающей кафедрой, выдается студенту на первой неделе преддипломной практики и отрабатывается в процессе преддипломной практики. Задание оформляется в двух экземплярах, один из которых подшивается к расчетно-пояснительной записке, а второй хранится в делах выпускающей кафедры.

### **3.4 Порядок выполнения и представления в государственную экзаменационную комиссию выпускной квалификационной работы**

По назначению выпускающей кафедры, но не позднее, чем за 10 дней до защиты в ГЭК, студент обязан представить комиссии, утвержденной кафедрой:

- 1) полностью законченный и оформленный с необходимыми подписями дипломный проект.
- 2) письменный отзыв консультанта ВКР.
- 3) автореферат ВКР.

В отзыве должна быть краткая характеристика проделанной работы и оценка деятельности студента за период дипломного проектирования.

Комиссия решает вопрос о возможности допуска студента к защите и составляется акт предварительного просмотра.

Отзыв руководителя и акт предзащиты, оформляются на специальных бланках.

Зачетная книжка сдается студентом в деканат за месяц до начала работы ГЭК.

При наличии полного комплекта документов и положительного решения комиссии заведующий кафедрой утверждает проект и допускает студента к защите.

### **3.5 Порядок защиты выпускной квалификационной работы**

Дипломный проект защищается публично на заседании ГЭК. До выступления дипломника секретарь ГЭК знакомит членов комиссии и присутствующих с документами личного дела дипломника.

На доклад по защите ВКР отводится не более 10 минут. После доклада следуют вопросы членов комиссии, которые секретарь фиксирует в протоколе.

После защиты ВКР ГЭК проводит закрытое заседание, на котором решаются следующие вопросы:

- 1) оценка ВКР по четырехбалльной системе;
- 2) утверждение постановления о присвоении степени бакалавра;
- 3) подписание Решения по выдаче соответствующих дипломов и рекомендации к внедрению результатов разработок ВКР в производство;
- 4) рекомендации о направлении в магистратуру.

После защиты все материалы ВКР сдаются в архив университета для хранения.

### **3.6 Критерии выставления оценок (соответствия уровня подготовки выпускника требованиям ФГОС ВПО) на основе выполнения и защиты квалификационной работы**

Уровень подготовки выпускника, его способность решать задачи в соответствии с квалификацией, качество выполнения выпускной работы и ее публичная защита оценивается на открытом заседании экзаменационной комиссии по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Студент полностью отвечает за разработку и все разделы работы. Подписи руководителя и консультантов удостоверяют лишь то, что проект соответствует заданию в достаточном объеме, принятые в нем решения принципиально правильные и самостоятельные.

В соответствии с требованиями выпускные квалификационные работы имеют типовую структуру, поэтому оценку производят по разделам (частям) работы с учетом его индивидуальных особенностей, качества защиты, наличия научных исследований, оригинальности и т.п. Если структура работы не типовая (исследовательский, технический дизайнерский и т.п.), тогда она оценивается членами экзаменационной комиссии экспертно.

1) оценка "**отлично**" предполагает:

- свободное владение основными терминами и понятиями
- отличное знание и владение современными методами и средствами решения поставленной задачи
- последовательное и логичное изложение материала
- законченные выводы и обобщения по теме работы
- исчерпывающие ответы на вопросы при защите выпускной работы
- оформление пояснительной записки (ПЗ) к графической части (ГЧ) выпускной работы в полном соответствии с требованиями ГОСТ

Весовой коэффициент не менее четырех критериев при его самостоятельном использовании оценивается пятью баллами, остальные - четырьмя.

2) Оценка "**хорошо**" предполагает:

- знание основных терминов и понятий

- хорошее знание и владение современными методами и средствами решения поставленной задачи
- последовательное изложение материала
- умение формулировать некоторые обобщения и выводы по теме работы
- достаточно полные ответы на вопросы при защите выпускной работы
- оформление пояснительной записки (ПЗ) и графической части (ГЧ) выпускной работы в соответствии с основными требованиями ГОСТ.

Весовой коэффициент не менее четырех критериев при его самостоятельном использовании оценивается четырьмя баллами, остальные - тремя.

3) Оценка "**удовлетворительно**" предполагает:

- удовлетворительное знание основных терминов и понятий
- удовлетворительное знание и владение современными методами и средствами решения поставленной задачи
- недостаточно последовательное и логичное изложение материала
- умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме работы
- недостаточно полные ответы на вопросы при защите выпускной работы.
- оформление пояснительной записки (ПЗ) и графической части (ГЧ) выпускной работы с отклонениями от требований ГОСТ.

Весовой коэффициент каждого критерия при его самостоятельном использовании оценивается тремя баллами.

4) Оценка "**неудовлетворительно**" предполагает:

- неудовлетворительное знание основных терминов и понятий
- неудовлетворительное знание и владение современными методами и средствами решения поставленной задачи
- отсутствие логики и последовательности в изложении материала
- неумение формулировать выводы и обобщения по теме работы
- неполные либо неверные ответы на вопросы при защите выпускной работы
- оформление пояснительной записки (ПЗ) и графической части (ГЧ) выпускной работы с отклонениями от требований ГОСТ.

Весовой коэффициент не менее четырех критериев при его самостоятельном использовании оценивается двумя баллами.

Критерии оценки дипломного проекта представлены в таблице.

### 3.6 Критерии выставления оценок (соответствия уровня подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО)

В процессе защиты ВКР устанавливается степень освоения каждой из компетенций, проверяемых в процессе защиты и определяется итоговая оценка. По каждой компетенции каждый член ГЭК выставляет одну из следующих оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка вносится в приведенную ниже форму.

Оценочная форма члена ГЭК \_\_\_\_\_  
(Фамилия И. О.)

Код	Содержание	Оценка степени освоения компетенции
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК)</b>		
ОПК-1	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	базовый
ОПК-2	способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и	базовый

	моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-3	способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	базовый
ПК-4	способностью проводить обоснование проектных решений	базовый
ПК-5	готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	базовый
ПК-6	способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	базовый
ПК-9	способностью составлять и оформлять типовую техническую	базовый

Оценка *«отлично»* по оцениваемой компетенции выставляется в случае, если студент в полной мере и на высоком уровне отразил знания, умения и навыки, формируемые оцениваемой компетенцией в содержании ВКР, всесторонне аргументировано и концентрированно изложил их в своем докладе, правильно и доказательно ответил на все вопросы по ней, заданные членами ГЭК.

Оценка *«хорошо»* по оцениваемой компетенции выставляется в случае, если студент в полной мере, но на недостаточно высоком уровне отразил отдельные знания, умения и владения, формируемые оцениваемой компетенцией в содержании ВКР, не во всем аргументировано, но концентрированно изложил их в своем докладе и допустил некоторые неточности в правильности и доказательности в ответах на вопросы, заданных членами ГЭК.

Оценка *«удовлетворительно»* по оцениваемой компетенции выставляется в случае, если студент не в полной мере, и на невысоком уровне отразил знания, навыки и умения, формируемые оцениваемой компетенцией в содержании ВКР, недостаточно аргументировано и концентрированно изложил их в своем докладе и допустил ряд неточностей в правильности и доказательности в ответах на вопросы, заданных членами ГЭК.

Оценка *«неудовлетворительно»* по оцениваемой компетенции выставляется в случае, если студент не в полной мере, и на низком уровне отразил знания, навыки и умения, формируемые оцениваемой компетенцией в содержании ВКР, неправильно и бездоказательно ответив на подавляющее большинство вопросов, заданных членами ГЭК.

Итоговая оценка по всем оцениваемым компетенциям производится по следующим правилам:

а) рассчитывается среднеарифметическое значение оценок членов ГЭК по каждой компетенции:

- если среднеарифметическое значение составляет 4,5 и более, то выставляется общая оценка *«отлично»*;

- если среднеарифметическое значение составляет от 3,5 до 4,49, то выставляется общая оценка *«хорошо»*;

- если среднеарифметическое значение составляет от 3,0 до 3,49, то выставляется общая оценка *«удовлетворительно»*;

- если среднеарифметическое значение составляет менее 3,0, то выставляется общая оценка *«неудовлетворительно»*;

- если среди оценок членов ГЭК имеется одна оценка *«неудовлетворительно»*, то общая оценка *«отлично»* по оцениваемой компетенции не выставляется;

б) рассчитывается среднеарифметическое значение оценок по всем компетенциям:

- если среднеарифметическое значение общих оценок по каждой компетенции равно 4,5 и более, то выставляется итоговая оценка «отлично»;
- если среднеарифметическое значение общих оценок по каждой компетенции составляет от 3,5 до 4,49, то выставляется итоговая оценка «хорошо»;
- если среднеарифметическое значение составляет от 3,0 до 3,49, то выставляется общая оценка «удовлетворительно»;
- если среднеарифметическое значение общих оценок по каждой компетенции составляет менее 3,0, то выставляется итоговая оценка «неудовлетворительно»;
- если среди среднеарифметических значений общих оценок по каждой компетенции есть одна оценка «неудовлетворительно», то итоговая оценка «отлично» по оцениваемой компетенции не выставляется.

Полученные общие оценки по компетенциям вносятся в таблицу итоговой оценки защиты ВКР.

Таблица итоговой оценки защиты ВКР студента \_\_\_\_\_  
(Фамилия И.О.)

Общие оценки по компетенциям						Итоговая оценка защиты ВКР
ОПК-1	ОПК-2	ПК-3	ПК-5	ПК-6	ПК-9	

ВКР, получившая оценку «неудовлетворительно», полностью перерабатывается в сроки, установленные кафедрой по согласованию с деканатом, и защищается в следующем учебном году. Лучшие ВКР по решению кафедры направляются на региональные и всероссийские конкурсы студенческих работ.

Критерии оценки ВКР представлены в таблице 1.



**Критерии оценки выпускной квалификационной работы (дипломного проекта) Критерии оценки выпускной квалификационной работы (дипломного проекта)**

№ п.п.	Разделы (части) дипломного проекта	Критерии оценки			
		<b>отлично</b>	<b>хорошо</b>	<b>удовлетворительно</b>	<b>неудовлетворительно</b>
1	2	3	4	5	6
1	Введение	Полностью показана актуальность и целесообразность тематики проекта, изложен объем выполненных работ по данной тематике.	В общих словах показана актуальность тематики проекта, изложен объем выполненных работ по данной тематике.	В общих словах показана актуальность тематики проекта. Нет изложения объема выполненных работ по данной тематике.	Представлены общие фразы о целесообразности использования электрооборудования в электрической сети

2	Расчетная часть	<p>Обоснованы принципы технических решений проекта. Всестороннее рассмотрение режимов работы электрической сети, объектов энергосистемы и их оптимизация, проектные расчеты. Разработка электрических схем электростанций и подстанций. Подробное описание схем и оборудования электрических сетей и объектов энергосистемы. Определены основные технико-экономические показатели работы сети, выполнена патентная проработка проекта. Чертежи выполнены в полном соответствии с требованиями стандартов.</p>	<p>Обоснованы принципы основных технических решений проекта. Расчет режимов работы электрической сети и объектов энергосистемы, проектные расчеты с применением современных систем проектирования. Подробное описание схем и оборудования электрических сетей и объектов энергосистемы. Определены основные технико-экономические показатели работы сети, выполнена патентная проработка проекта. Чертежи выполнены с незначительными отклонениями от требований стандартов.</p>	<p>Принципы основных технических решений проекта не обоснованы. Проектные расчеты проведены вручную. Описание схем и оборудования электрических сетей и объектов энергосистемы неполное. Техничко – экономические показатели сети и объекта проектирования выполнены частично, патентная проработка проекта слабая или отсутствует. Чертежи выполнены с отклонениями от требований стандартов.</p>	<p>Принципы основных технических решений проекта не обоснованы. Проектные расчеты проведены вручную с ошибками. Спроектированные схемы сети неработоспособные. Описание спроектированных схем недостаточное. Техничко – экономические показатели работы сети выполнены частично, патентная проработка проекта отсутствует. Чертежи выполнены со значительными отклонениями от требований стандартов.</p>
---	-----------------	---	--	--	--

1	2	3	4	5	6
3	Выводы по работе	Выводы сделаны по всему проекту, полные, аргументированные, показывают преимущество предлагаемых разработок.	Выводы представляют собой резюме по основным разделам проекта без достаточной аргументации.	Выводы представляют собой перечень вопросов, разработанных в проекте. Аргументация отсутствует.	Выводы не соответствуют содержанию проекта и принятым техническим решениям.
4	Оформление пояснительной записки	Пояснительная записка выполнена с полным соблюдением требований ЕСТД и Стандарта УГАТУ, грамотно, аккуратно.	Пояснительная записка выполнена с незначительными отклонениями от требований ЕСТД и Стандарта УГАТУ, грамотно, в основном аккуратно.	Пояснительная записка выполнена с отклонениями от требований ЕСТД и Стандарта УГАТУ, есть грамматические ошибки, неаккуратно.	Пояснительная записка выполнена с грубыми отклонениями от требований ЕСТД и Стандарта УГАТУ, неграмотно, неаккуратно.
5	Выполнение графической части	Графическая часть проекта выполнена с полным соблюдением требований ЕСКД и Стандарта УГАТУ, аккуратно.	Графическая часть проекта выполнена с незначительными отклонениями от требований ЕСКД и Стандарта УГАТУ, аккуратно.	Графическая часть проекта выполнена с отклонениями от требований ЕСКД и Стандарта УГАТУ, неаккуратно.	Графическая часть выполнена с грубыми отклонениями от требований ЕСКД и Стандарта УГАТУ, неаккуратно.
6	Степень раскрытия темы проекта	Полное соответствие результатов работы теме проекта. Глубокая разработка всех разделов проекта с необходимыми обоснованиями, схемами, расчетами и пояснениями.	Результаты работы по всем основным показателям соответствуют теме проекта. Достаточно полная разработка всех разделов проекта с необходимыми схемами, расчетами и пояснениями.	Результаты работы не по всем основным показателям соответствуют теме проекта. Достаточный объем разработки основных разделов проекта. Обоснования и пояснения слабые.	Результаты работы по основным показателям не соответствуют теме проекта. Поверхностная разработка разделов проекта. Обоснования и пояснения отсутствуют или неверные.

1	2	3	4	5	6
7	Наличие и объем исследовательской части	Исследовательский характер основной части проекта. Разработка оригинальных моделей электрической сети и объектов во всех необходимых случаях.	Исследовательский характер специальной части проекта. Использование известных моделей электрической сети и объектов во всех необходимых случаях.	Исследования в проекте отсутствуют. Модели электрических сетей и объектов не всегда адекватны оригиналу. Выводы исследований ошибочны.	Исследования в проекте отсутствуют. Не использовано моделирование электрической сети и объектов при проектировании в случаях, когда это необходимо.
8	Другие особенности проекта и учебная активность студента	Оригинальность проекта, его техническая и научная новизна. Участие выпускника в НИР кафедры. Статьи и доклады на научно-технических конференциях. Заявки на изобретения. Высокая активность в учебе.	Использование известных оригинальных технических разработок, улучшающих эксплуатационные свойства разработанных объектов. Активность в учебе.	Типовой проект, использование известных технических решений, не улучшающих эксплуатационных свойств представленных разработок в сравнении с известными. Пассивность в учебе.	Типовой проект, использование устаревших или ошибочных технических решений. Явная неработоспособность представленных разработок. Полная пассивность в учебе.

9	Публичная защита проекта	<p>Демонстрирует высокий уровень знаний фундаментальных положений, теорий, используемых в проекте, прикладными инженерными знаниями, свободно оперирует этими знаниями.</p> <p>Правильно, полно и обоснованно отвечает на вопросы комиссии, касающиеся представленных технических разработок.</p>	<p>Демонстрирует высокий уровень знаний фундаментальных положений, теорий, используемых в проекте, допускает незначительные неточности при оперировании прикладными инженерными знаниями в границах специальности, после замечаний самостоятельно исправляет допущенные неточности. Достаточно полно отвечает на вопросы комиссии, касающиеся представленных технических разработок.</p>	<p>Демонстрирует невысокий уровень знаний фундаментальных положений, теорий, используемых в проекте, сталкивается с незначительными трудностями при оперировании прикладными инженерными знаниями в границах специальности, после замечаний не всегда самостоятельно исправляет допущенные неточности. С затруднениями отвечает на вопросы комиссии, касающиеся представленных технических разработок.</p>	<p>Демонстрирует низкий уровень знаний фундаментальных положений, теорий, используемых в проекте, с трудом оперирует прикладными инженерными знаниями в границах специальности, после замечаний не может самостоятельно исправить допущенные ошибки. С большими затруднениями и часто неточно отвечает на вопросы комиссии, касающиеся представленных технических разработок.</p>
---	--------------------------	---	--	--	---

.....

#### **4 Проведение ГИА для лиц с ОВЗ**

Данное направление подготовки входит в Перечень специальностей и направлений подготовки, при приеме на обучение по которым поступающие проходят обязательные предварительные медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном при заключении трудового договора или служебного контракта по соответствующей должности или специальности, утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации от 14 августа 2013 г. № 697. Поступающий представляет оригинал или копию медицинской справки, содержащей сведения о проведении медицинского осмотра в соответствии с перечнем врачей-специалистов, лабораторных и функциональных исследований, установленным приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда». На основании этого на данное направление подготовки лица, требующие индивидуальных условий обучения, не принимаются.

#### **5 Фонды оценочных средств для государственной итоговой аттестации**

Фонды оценочных средств для государственной итоговой аттестации представлены отдельным документом, являющимся частью программы государственной итоговой аттестации.

**Фонд оценочных средств**  
*к программе*  
*Государственной итоговой аттестации*  
*по направлению*  
**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**  
*профиль*  
*«Электроэнергетические системы и сети»*

## **1. Перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы**

В результате освоения ООП ВО выпускник должен обладать следующими общекультурными компетенциями:

*общекультурными компетенциями:*

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);
- способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);
- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью использовать методы и инструменты физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).

*общепрофессиональными компетенциями:*

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);
- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
- способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3).

*профессиональными компетенциями:*

*научно-исследовательская деятельность:*

- способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1);
- способностью обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2);

*проектно-конструкторская деятельность:*

- способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);
- способностью проводить обоснование проектных решений (ПК-4);

*производственно-технологическая деятельность:*

- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);
- готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7);
- способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8);



- способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию (ПК-9);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда (ПК-10)

### **Требования к выпускнику, проверяемые в ходе государственного экзамена**

В рамках проведения государственного экзамена проверяется уровень освоения студентом следующих компетенций:

<b>Код</b>	<b>Содержание</b>	<b>Уровень освоения компетенции</b>
<i>Профессиональные компетенции</i>		
ПК-3	способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	базовый
ПК-5	готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	базовый
ПК-6	способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	базовый

## **2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы на итоговом государственном экзамене**

### **ПК-5 готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности**

Дисциплина «Электрические станции и подстанции»

#### **Теоретические вопросы**

1. Назначение и схемы устройств АРВ. Их характеристики и принципы работы. Схемы возбуждения, их достоинства и недостатки.
2. Типы трансформаторов. Их основные узлы и элементы. Системы охлаждения. Регулирование коэффициентов трансформации трансформаторов и автотрансформаторов.
3. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях и электростанциях. Нагрузочная способность.
4. Основные типы применяемых электрических аппаратов. Выключатели силовые и выключатели нагрузки. Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Их назначение и принципы действия.
5. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Векторные диаграммы. Характеристики погрешностей.
6. Выбор электрических аппаратов.
7. Главные схемы электрических соединений станций и подстанций. Требования к электрическим схемам. Их выбор. Области применения ОРУ, ЗРУ, КРУ.
8. Оперативные переключения в электрической части станций и подстанций. Требования и порядок их выполнения на примере вывода в ремонт линейного выключателя в схеме с двумя рабочими и обходной системами сборных шин.
9. Потребители собственных нужд электрических станций. Схемы питания и резервирования СН.

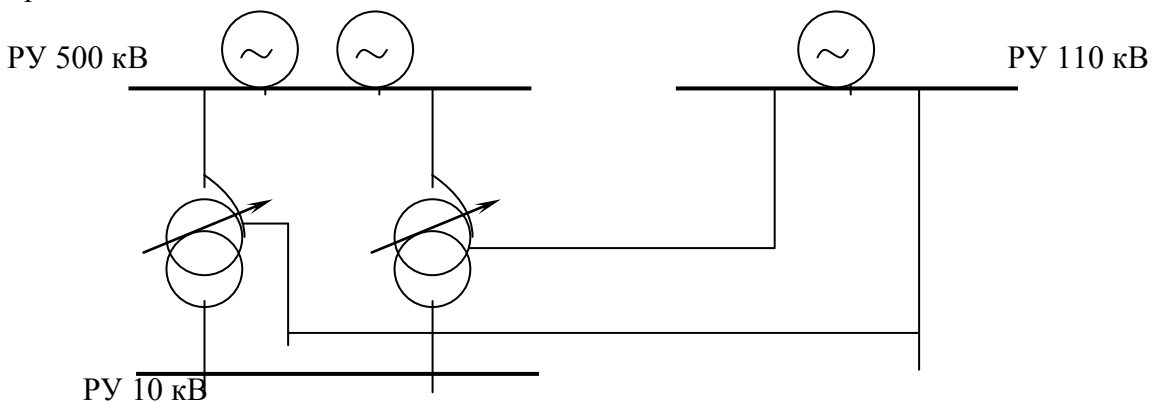
## Задачи для оценки уровня сформированности компетенции

1. Для заданной схемы рассчитать ток КЗ и выбрать силовой выключатель в цепи понижающего трансформатора.
2. По заданной структурной схеме составить неполную принципиальную схему электростанции или подстанции.
3. Для заданной структурной схемы станции (ТЭЦ, ГРЭС) выбрать трансформаторы связи.
4. Привести схему «Две системы сборных шин с обходной, с отдельными обходным и шиносоединительным выключателями». В указанной схеме привести порядок операций по выводу в ремонт первой системы сборных шин.
5. Задана структурная схема электростанции (ТЭЦ, ГРЭС). Составить схему питания потребителей собственных нужд 6 кВ. Выбрать рабочие и резервные источники питания потребителей собственных нужд.
6. Привести схему «Две системы сборных шин с обходной, с отдельными обходным и шиносоединительным выключателями». В указанной схеме привести порядок операций по выводу в ремонт выключателя первой ВЛ.
7. По результатам расчета токов короткого замыкания выбрать первичное электрооборудование распределительных устройств.

### Типовые задачи

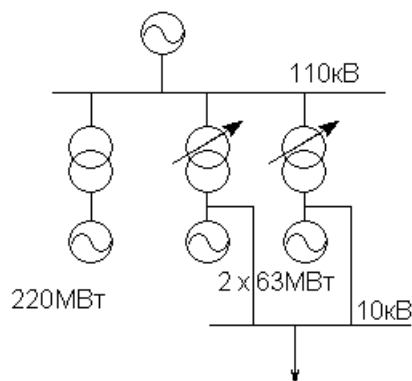
#### Задача 1.

По структурной схеме составить неполную принципиальную схему и описать нормальный режим работы. Нагрузки на шинах 110 и 10 кВ для расчета количества линий принять произвольно.

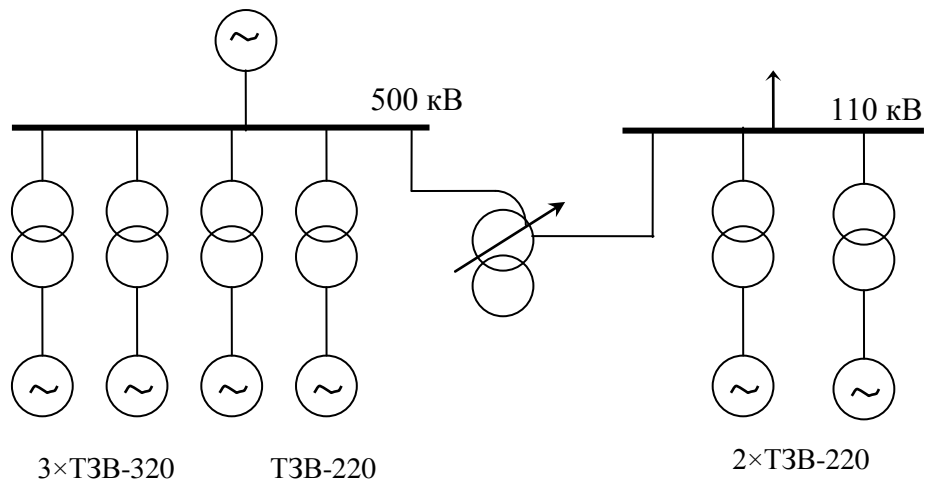


#### Задача 2

По структурной схеме составить схему питания собственных нужд 6 кВ и описать нормальный режим работы.



### Задача 3



По структурной схеме составить неполную принципиальную схему, предварительно определив число линий РУ. Описать нормальный режим работы. Нагрузку на РУ среднего напряжения задать произвольно.

### **ПК-6 способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности**

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети»

#### **Теоретические вопросы**

##### Блок 1

1. Основные виды потребителей электроэнергии. Графики нагрузок электроустановок. Участие электростанций в покрытии графика нагрузки энергосистем. Техно-экономические показатели, определяемые из графиков нагрузки.
2. Техно-экономические основы проектирования энергосистем и электрических сетей.
3. Автоматика управления нормальными режимами. Автоматические синхронизаторы.
4. Мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии. Методы расчета потерь электроэнергии.
5. Основы технико-экономических расчетов в ЭЭС. Выбор сечений проводов ЛЭП. Экономическая плотность тока. Экономические интервалы.
6. Качество электроэнергии и основные принципы его обеспечения.
7. Оптимизации режимов электроэнергетических систем и электрических сетей.
8. Экономичное распределение нагрузки между параллельно работающими агрегатами.
9. Общая характеристика задачи линейного программирования. Симплекс-метод.
10. Учет ограничений в форме равенств при оптимизации режима ЭЭС. Метод Лагранжа. Метод учета ограничений штрафными функциями.
11. Градиентные методы оптимизации режима ЭЭС.
12. Применение метода Ньютона при оптимизации режима ЭЭС.
13. Виды электрических сетей. Схемы замещения элементов сети и определение их параметров.
14. Уравнения установившегося режима электрической сети. Уравнения узловых напряжений.
15. Методы Зейделя и Ньютона для решения уравнений установившегося режима.
16. Регулирование напряжения в электрических сетях. Компенсация реактивной мощности.
17. Определение потерь мощности и энергии в элементах сети.
18. Режимы работы нейтралей.
19. Расчеты потокораспределения в кольцевой и разомкнутой цепи.

## Блок 2

1. Оптимизация режима сети по активной и реактивной мощностям.
2. Задача сравнительной экономической эффективности капитальных вложений. Функция приведенных затрат.
3. Особые режимы электрических систем. Уравнения несимметричных режимов в фазных и симметричных координатах.
4. Эксплуатация элементов электростанций. Характеристики котлотурбинных установок. Требования к характеристикам энергетических агрегатов.
5. Функции предприятия, эксплуатирующего распределительные сети. Организация ликвидаций повреждений линий.
6. Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности энергосистемах.
7. Информационное обеспечение задач АСДУ. Источники погрешности и обработка первичной информации.
8. Первичное, вторичное и третичное (экономическое) регулирование частоты. Централизованное и децентрализованное регулирование частоты и активной мощности в ЭЭС.
9. Критерий оптимальности последовательности включения агрегатов станции.
10. Натуральная мощность и волновое сопротивление передачи. Распределение напряжения вдоль ЛЭП. Реактивная мощность.
11. Особенности режимов линий длиной в  $1/2$  и  $1/4$  волны.
12. Компенсация и настройка параметров ЛЭП. Способы увеличения пропускной способности ЛЭП.
13. Передачи постоянного тока. Преимущества и недостатки.
14. Характерные задачи проектирования электрических сетей
15. Капитальные затраты, необходимые для строительства новых и реконструкции существующих электрических сетей
16. Годовые эксплуатационные расходы на эксплуатацию электрических сетей
17. Чистый дисконтированный доход и срок окупаемости сооружаемого объекта электрической сети
18. Критерии сравнительной технико-экономической эффективности
19. Нормативный подход учета надежности при проектировании развития электрической сети
20. Экономический подход учета надежности при развитии электрической сети
21. Учет требований экологии при сравнительной эффективности различных вариантов развития электрической сети
22. Формирование конфигурации сети для электроснабжения потребителей
23. Выбор номинального напряжения электрической сети
24. Выбор площади сечения проводников линий по нормативной плотности тока  
Выбор площади сечения проводников линий по экономическим интервалам нагрузки
25. Выбор проводников линий электропередачи по допустимой потере напряжения
26. Выбор площади сечения проводников по условию минимальных суммарных потерь активной мощности
27. Выбор сечения проводников по условию минимума суммарного расхода проводникового материала
28. Выбор проводников линий электропередачи по условию нагревания
29. Учет технических ограничений при выборе проводов воздушных линий и жил кабелей
30. Пути повышения пропускной способности линий электропередачи и электрических сетей
31. Пропускная способность линии, ограничиваемая допустимым током по нагреванию проводников
32. Применение устройств поперечной компенсации для повышения пропускной способности линий электропередачи
33. Применение устройств продольной компенсации для повышения пропускной способности линий электропередачи

34. Основы оптимизации параметров и режимов систем передачи и распределения электрической энергии
35. Задачи и критерии оптимизации параметров и режимов электрических сетей
36. Оптимизация размещения средств компенсации реактивной мощности
37. Выбор устройств для управления потоками мощности в замкнутых электрических сетях.
38. Оптимизация проектных решений в распределительных электрических сетях
39. Основы оптимизации режимов системообразующей электрической сети
40. Оптимизация режимов систем распределения электрической энергии
41. Выбор оптимального режима работы распределительной сети с параллельными линиями и с параллельными трансформаторами
42. Основы построения схем систем передачи и распределения электрической энергии
43. Общие требования к схемам и надежности электроснабжения
44. Варианты конфигураций радиальных электрических сетей
45. Варианты конфигураций замкнутых электрических сетей
46. Способы присоединения подстанций к электрической сети
47. Схемы городских систем распределения электрической энергии
48. Принципы построения схем сельских систем распределения электрической энергии
49. Схемы электрических сетей до 1000 В
50. Методы расчета и анализа потерь электрической энергии
51. Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь электроэнергии
52. Потери холостого хода и нагрузочные потери в линиях электропередачи и трансформаторах
53. Метод характерных суточных режимов расчета потерь электроэнергии
54. Метод средних нагрузок расчета потерь электроэнергии
55. Метод среднеквадратичных параметров режима расчета потерь электроэнергии
56. Определение потерь электроэнергии по методу времени наибольших потерь
57. Определение потерь электроэнергии по методу раздельного времени наибольших потерь
58. Метод эквивалентного сопротивления расчета потерь электроэнергии
59. Вероятностно-статистический метод расчета потерь электроэнергии
60. Расчет потерь электроэнергии в электрических сетях до 1000 В

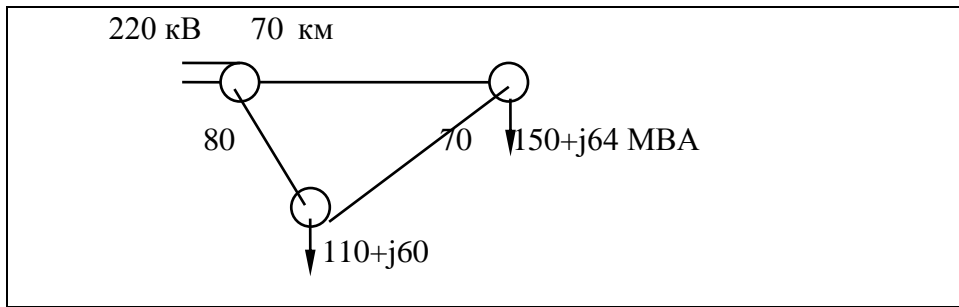
### **Задачи**

#### **для оценки уровня сформированности компетенции**

1. Определить потери электроэнергии на временном промежутке для предложенной схемы.
2. Построить векторные диаграммы токов и напряжений линии на холостом ходу.
3. Построить векторные диаграммы токов и напряжений сети (без учета потерь мощности).
4. Определить потокораспределение в сети, пользуясь методом контурных уравнений.
5. Определить расчетную нагрузку подстанции с учетом потерь
6. Определить перетоки мощности в сети с учетом проводимостей
7. Определить напряжение в заданном узле без учета потерь мощности в сети.
8. Выбрать рациональную отпайку трансформатора в максимальном и минимальном режимах.
9. Составить расчетную схему и полную схему замещения электропередачи и рассчитать ее параметры.
10. Выбрать наиболее экономичный вариант сети по методу приведенных затрат
11. Составить систему контурных уравнений в общем виде.
12. Выбрать сечения линий электропередачи по условиям экономичного и надежного электроснабжения потребителей.
13. Выбрать сечения линий по условиям обеспечения экономичности и качества электроэнергии.

## Типовые задачи

1. Выбрать сечение проводов на участках сети по экономическим интервалам.



2. На подстанции установлено два трансформатора ТРДН-40000/110, которые питаются по двум воздушным линиям сечением АС-240 длиной 40 км. Нагрузка подстанции в максимальном режиме 60 МВт,  $\cos\varphi=0,9$ . График нагрузки в относительных единицах приведен в таблице. Определить потери электроэнергии за сутки.

t, час	0-6	6-14	14-20	20-24
P, отн.ед.	0,5	1	0,7	0,4

3. На подстанции установлено два трансформатора ТРДН-40000/110, которые питаются по двум воздушным линиям сечением АС-240 длиной 40 км. Нагрузка подстанции в максимальном режиме 60 МВт,  $\cos\varphi=0,9$ . График нагрузки в относительных единицах приведен в таблице. Определить потери электроэнергии за сутки.

t, час	0-6	6-14	14-20	20-24
P, отн.ед.	0,5	1	0,7	0,4

**ПК-3 способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования**  
дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

### Теоретические вопросы

1. Назначение и основные требования к релейной защите и автоматике.
2. Измерительные трансформаторы тока. Векторные диаграммы. Характеристики погрешностей.
3. Измерительные трансформаторы напряжения. Векторные диаграммы. Характеристики погрешностей.
4. Принципы действия и назначение МТЗ, ТО. Структурные схемы
5. Принципы действия и назначение дифференциальных защит линий и трансформаторов.
6. Принципы действия и назначение дистанционных защит. Структурная схема
7. Высокочастотные защиты линий. Высокочастотный канал.
8. Автоматическая синхронизация генераторов на параллельную работу.
9. Автоматическое повторное включение (АПВ).
10. Автоматическое включение резерва (АВР).
11. Автоматика частотной разгрузки (АЧР).
12. Схемы токовых ступенчатых защит.
13. Дистанционная защита линии. Структурная схема трехступенчатой защиты (условно на

- одну фазу)
14. Цепи тока, напряжения и логическая часть дистанционной защиты.
  15. Дифференциальная фазная защита линий.
  16. Продольные дифференциальные токовые защиты генераторов .
  17. Защита от замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью.
  18. Автоматическое управление изменениями состояния гидрогенератора
  19. Автоматическое управление включением синхронного генератора на параллельную работу. Функциональная схема устройства синхронизации.
  20. Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности синхронного генератора.
  21. Автоматическое регулирование напряжением трансформаторов.
  22. Процесс изменения частоты в ЭЭС.
  23. Автоматика предотвращения нарушения устойчивости.
  24. Противоаварийная автоматика

### Задачи

#### для оценки уровня сформированности компетенции

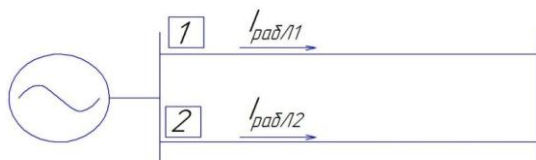
Задача 1.

Определить чувствительность МТЗ № 2, если известно, что ток срабатывания этой защиты  $I_{ср} = 500$  А,  $U_n = 10$  кВ,  $x_c = 4$  Ом,  $x_{Л1} = 3$  Ом,  $x_{Л2} = 2$  Ом.



Задача 2.

Определить ток срабатывания МТЗ № 1, если известно, что  $U_n = 10$  кВ,  $I_{раб.Л1} = I_{раб.Л2} = 200$  А;  $k_{отс} = 1,2$ ;  $k_{сзп} = 2$ ;  $k_B = 0,85$ .



Задача 3

Является ли ТО № 1 чувствительной, если известно, что  $U_n = 10$  кВ,  $x_c = 5$  Ом,  $x_{Л1} = 6$  Ом,  $x_{Л2} = 7$  Ом.



### ПК-6 способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности

Дисциплина Оптимизация электроэнергетических систем (Оптимизация установившихся режимов электроэнергетических систем)

#### Теоретические вопросы

1. Способы задания нагрузки энергосистемы. Представление нагрузки источником задающего тока. Правила составления направленного графа энергосистемы. Матрицы инцидентий в узлах и контурах и правила их заполнения. Законы Ома и Киргофа в матричной форме.

2.Прямой метод определения токораспределения в ветвях электрической сети. Правила обращения матрицы. Понятие базисного узла и независимых узлов. Вывод системы уравнений узловых напряжений, записанной через матрицу узловых проводимостей. Правила составления данной матрицы непосредственно по схеме замещения.

3.Приведение уравнений узловых напряжений, содержащих комплексные элементы, к системе действительных уравнений. Блочно-матричная форма записи данной системы. Расчет собственных и взаимных активных и реактивных проводимостей.

4.Точные и итерационные методы решения системы уравнений узловых напряжений. Вывод рекуррентных выражений метода простой итерации. Понятие небаланса. Контроль сходимости итерационного процесса по векторам невязки, небаланса и поправок.

5.Применение методов Гаусса, Зейделя и простой итерации для решения систем линейных уравнений узловых напряжений. Рекуррентные формулы итерационных методов, алгоритм прямого и обратного хода метода Гаусса.

6. Применение метода Ньютона для расчета установившегося режима. Основная идея и геометрическая интерпретация. Приведение комплексных уравнений узловых напряжений в форме баланса токов к системе действительных уравнений. Вектор небалансов и матрица производных в случае решения методом Ньютона уравнений узловых напряжений а форме баланса токов и мощностей. Диагональные и недиагональные элементы подматриц матрицы Якоби.

7.Применение метода Гаусса и метода матрицы узловых сопротивлений для решения нелинейных уравнений узловых напряжений. Рекуррентные выражения итерационного процесса. Алгоритм прямого и обратного хода метода Гаусса. Сходимость решения нелинейных уравнений установившегося режима. Монотонная и колебательная сходимости.

8.Применение методов Зейделя и простой итерации для решения нелинейных уравнений узловых напряжений. Применение метода по параметру для решения нелинейных уравнений узловых напряжений. Сходимость решения нелинейных уравнений установившегося режима. Монотонная и колебательная сходимости.

9.Способ учета слабой заполненности матрицы узловых проводимостей электроэнергетической системы.

10. Эквивалентирование схемы электроэнергетической системы при расчете установившегося режима. Вычисление матрицы узловых проводимостей и вектора-столбца задающих токов эквивалентной системы.

### Задачи для оценки уровня сформированности компетенции

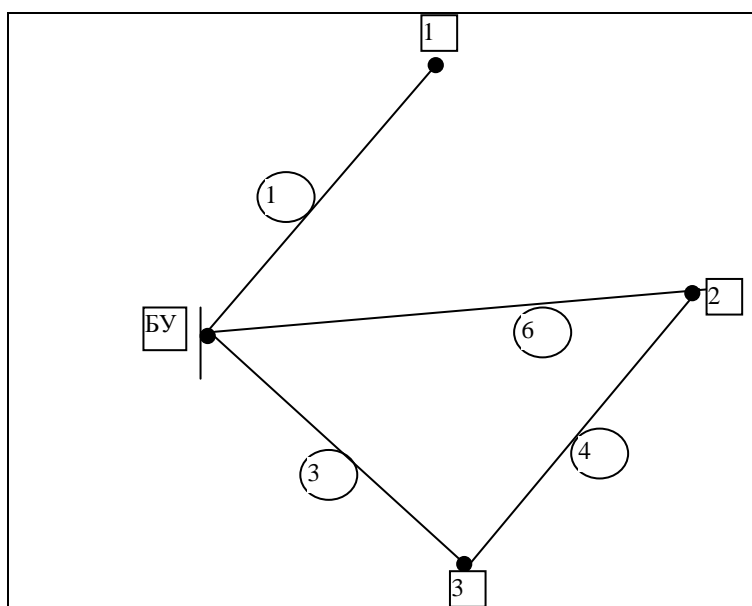
Задача 1.

#### Задание

Сделать аналитическую запись системы линейных уравнений узловых напряжений в матричной форме, включая матрицу узловых проводимостей (размер 6×6), столбцы узловых напряжений, задающих узловых токов и взаимных проводимостей между базисным узлом и независимыми. При аналитической записи в матрице и столбце проводимостей расписать каждый элемент, Например

$$\frac{-r_1}{r_1^2 + x_1^2} + \frac{-r_5}{r_5^2 + x_5^2}$$

Схема сети





### Задача 2

Имеется энергосистема, включающая 3 ТЭС, расходные характеристики которых аппроксимируются полиномами второй степени

$$B_i(P_i) = a_{i,1}P_i^2 + a_{i,2}P_i + a_{i,3}, i=1,2,3, \quad (1)$$

где  $B_i$  - расход топлива на  $i$ -й ТЭС, тонн условного топлива в час,

$P_i$  – мощность генерируемая  $i$ -й ТЭС, МВт,

$a_{i,j}$  – коэффициенты полиномов системы (1) в совокупности образующих квадратную матрицу

$$a := \begin{pmatrix} 0.0015 & 0.12 & 16 \\ 0.0014 & 0.18 & 15 \\ 0.0023 & 0.18 & 9 \end{pmatrix}.$$

Суммарная нагрузка энергосистемы  $P=800$  МВт.

Пренебрегая потерями мощности при передаче, определить, используя метод множителей Лагранжа, оптимальное распределение нагрузки между ТЭС.

### Задача 3

Имеется энергосистема, включающая 3 ТЭС, расходные характеристики которых аппроксимируются полиномами второй степени

$$B_i(P_i) = a_{i,1}P_i^2 + a_{i,2}P_i + a_{i,3}, i=1,2,3, \quad (1)$$

где  $B_i$  - расход топлива на  $i$ -й ТЭС, тонн условного топлива в час,

$P_i$  – мощность генерируемая  $i$ -й ТЭС, МВт,

$a_{i,j}$  – коэффициенты полиномов системы (1) в совокупности образующих квадратную матрицу

$$a := \begin{pmatrix} 0.0009 & 0.25 & 10 \\ 0.0014 & 0.19 & 9 \\ 0.0015 & 0.14 & 8 \end{pmatrix}.$$

Суммарная нагрузка энергосистемы  $P=550$  МВт.

Пренебрегая потерями мощности при передаче, определить, используя метод множителей Лагранжа, оптимальное распределение нагрузки между ТЭС.

## **ПК-6 способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности**

дисциплина «Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения»

### **Теоретические вопросы**

- 1.Способы выравнивания распределения напряжения вдоль натяжной изолирующей подвески проводов.
- 2.Распределение напряжения вдоль поддерживающей изолирующей подвески проводов.
- 3.Конструкции проводов и тросов воздушных линий СВН. и увлажнении.
- 4.Электрические поля воздушных линий различного исполнения.
5. Расчётные климатические условия. Ветровые и гололёдные нагрузки.
6. Распределение напряжённости поля по поверхности расщеплённых проводов.
- 7.Оптимизация расположения проводов в пространстве. Предельная натуральная мощность воздушных линий СВН.
- 8.Кривая провисания провода. Определение зависимости допустимых стрел провеса от длины пролёта.

9. Коронный разряд. Характеристики потерь на корону и радиопомех.
10. Конструктивные схемы изолирующей подвески проводов.
11. Компактные линии СВН.
12. Колебание проводов воздушных линий и способы их подавления.
13. Изоляторы для воздушных линий СВН.
14. Движение проводов расщеплённой фазы при коротких замыканиях.
15. Габариты изоляционных конструкций подстанций СВН.
16. Выбор площади поверхности проводов воздушных линий СВН.
17. Выбор площади поверхности проводов воздушных линий СВН.
18. Выбор площади поверхности проводов воздушных линий СВН.
19. Выбор длины пролёта воздушных линий СВН.
20. Влияние воздушных линий электропередачи на окружающую среду.
21. Влияние воздушных линий электропередачи на окружающую среду.
22. Способы ограничения напряжённости поля под воздушными линиями высших классов напряжения.
23. Порядок выбора проводов воздушных линий СВН.
24. Параметры воздушных линий с расщепленными проводами.
25. Общий подход к выбору проводов воздушной линии СВН.
26. Электрическая прочность многоэлектродных изоляционных систем на подстанциях.
27. Электрическая прочность изолирующей подвески проводов при загрязнении
28. Электрическая прочность воздушных промежутков на опоре при воздействии рабочего напряжения и перенапряжений.
29. Электрическая прочность воздушных промежутков на опоре при воздействии рабочего напряжения и перенапряжений.
30. Электрическая прочность воздушных промежутков и изоляционных конструкций ОРУ и ЗРУ относительно земли и заземлённых элементов.
31. Электрическая прочность воздушных промежутков в пролёте при воздействии перенапряжений.
32. Экранирование токоведущих элементов и изоляционных конструкций ОРУ и ЗРУ.
33. Экранирование токоведущих элементов и изоляционных конструкций ОРУ и ЗРУ.
34. Устойчивость подвески расщепленных проводов на промежуточных опорах.
35. Параметры воздушных линий с расщеплёнными проводами.
36. Ошиновка ОРУ и ЗРУ СВН.
37. Ограничение напряжённости поля на проводах в зоне расположения опор.
38. Молниезащита воздушных линий СВН.
39. Конструктивные особенности подстанций СВН.
40. Изолирующая подвеска проводов воздушных линий СВН.
41. Выбор изоляционных систем ОРУ и ЗРУ по условию надёжной работы при рабочем напряжении и перенапряжениях.
42. Выбор длины изолирующей подвески проводов по условию надёжности работы при воздействии рабочего напряжения.
43. Выбор длины воздушных промежутков воздушной линии СВН по условию надёжной работы при рабочем напряжении.
44. Выбор габаритов воздушных линий СВН.
45. Выбор воздушных промежутков воздушных линий СВН по условию надёжной работы при воздействии коммутационных перенапряжений.
46. Выбор воздушных промежутков воздушных линий СВН по условию надёжной работы при воздействии коммутационных перенапряжений.
47. Выбор воздушных промежутков воздушных линий СВН по условию безопасности обслуживания и передвижения под линией.
48. Техничко-экономическое обоснование критериев оптимизации габаритов воздушных линий СВН.

## Задачи для оценки уровня сформированности компетенции

### Задача 1

Определить потери энергии за год и КПД линии 500 кВ, выполненной проводом 2АС-500х3, длиной 200 км. Нагрузка линии в максимальном режиме 750 МВт,  $\cos\varphi=0,89$ . Годовой график нагрузки по продолжительности в относительных единицах приведен в таблице.

t, час	0-2100	2100-4000	4000-6400	6400-8760
P, отн.ед.	0,9	0,65	0,53	0,28

### Задача 2

Определить потери энергии за год и КПД линии 500 кВ, выполненной проводом 2АС-500х3, длиной 230 км. Нагрузка линии в максимальном режиме 800 МВт,  $\cos\varphi=0,9$ . Годовой график нагрузки по продолжительности в относительных единицах приведен в таблице.

t, час	0-2100	2100-4000	4000-6400	6400-8760
P, отн.ед.	1	0,7	0,5	0,3

### Задача 3

Определить оптимальный режим напряжений линии электропередачи напряжением 500 кВ, длиной  $L = 300$  км, выполненной маркой провода АС 400/51, при различной передаваемой активной мощности и различных погодных условиях. Линия работает без перепада напряжений ( $U_1 = U_2$ ). Изменением напряжения и реактивной мощности вдоль линии пренебречь.

## ПК-6 способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности

Дисциплина Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в системах электроснабжения (Координация и оптимизация уровней токов коротких замыканий в электроэнергетических системах)

### Теоретические вопросы

1. Установившийся режим синхронного генератора и его векторная диаграмма.
2. Физическая картина 3-х фазного КЗ в сети, питающейся от источника бесконечной мощности, генератора при отсутствии и наличии АРВ.
3. Изменение тока короткого замыкания во времени. Ударный ток КЗ.
4. Расчет несимметричных КЗ. Метод симметричных составляющих.
5. Основные допущения при расчете токов КЗ. Схема замещения и ее преобразования. Практические методы расчета 3-х фазных КЗ.
6. Электродинамическое и термическое действие токов КЗ.
7. Способы ограничения токов КЗ.
8. Угловые характеристики активной мощности синхронного генератора, имеющего различные типы АРВ.
9. Практические критерии статической устойчивости.
10. Анализ статической устойчивости методом малых отклонений.
11. Применение метода площадей для анализа динамической устойчивости одномашинной и двухмашинной системы.
12. Исследование динамической устойчивости методом последовательных интервалов.
13. Мероприятия по повышению устойчивости электроэнергетических систем.
14. Нормирование и запасы устойчивости режимов электроэнергетических систем при больших и малых возмущениях режима.
15. Трехфазное КЗ в неразветвленной сети, питающейся от источника бесконечной мощности, генератора при отсутствии и наличии АРВ.
16. Периодическая и аperiodическая составляющая тока КЗ. Ударный ток КЗ.

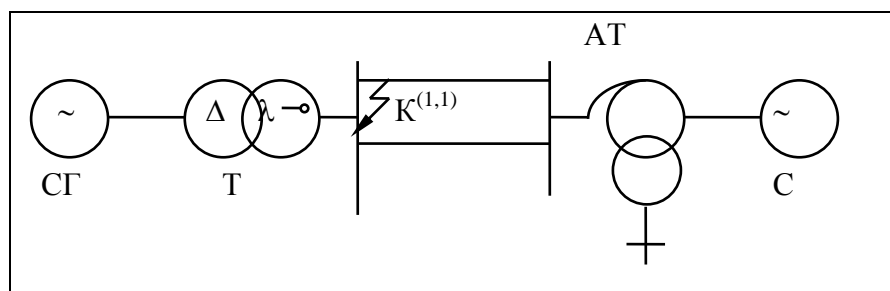
17. Переходные процессы в неподвижных магнитосвязанных контурах.
18. Уравнения Парка-Горева синхронного генератора.
19. Поперечная однократная несимметрия. Правило эквивалентности прямой последовательности и комплексные схемы замещения.
20. Практические методы расчета трехфазных КЗ. Основные допущения, схема замещения и ее преобразования.
21. Статические и динамические угловые характеристики активной мощности синхронных генераторов без АРВ и с АРВ.
22. Статическая устойчивость нерегулируемой системы. Самовозбуждение. Самораскачивание.
23. Статическая устойчивость простейшей регулируемой системы.
24. Метод площадей для анализа динамической устойчивости электроэнергетических систем.
25. Предельные угол и время отключения КЗ. Метод последовательных интервалов.
26. Статическая устойчивость узлов нагрузки. Лавина напряжения. Опрокидывание двигателей.
27. Большие возмущения в узлах нагрузки. Пуск и самозапуск двигателей.
28. Асинхронные режимы в ЭЭС. Регулирование частоты в ЭЭС. Лавина частоты.
29. Методы повышения устойчивости электроэнергетических систем.

### Задачи для оценки уровня сформированности компетенции

1. Расчет токов и напряжений при различных видах коротких замыканий в простейшей электрической сети, построение векторных диаграмм.
2. Рассчитать периодическую, аperiodическую составляющие тока и ударный ток КЗ.
3. Расчет токов и напряжений в электрической сети.
4. Определить коэффициент запаса статической устойчивости для модели синхронного генератора с АРВ пропорционального и сильного действия.
5. Определить запас статической устойчивости для модели синхронного генератора без АРВ.
6. В схеме электрической сети определить предельный угол отключения аварии - короткого замыкания.
7. В схеме электрической сети проанализировать устойчивость динамического перехода, используя метод площадей.

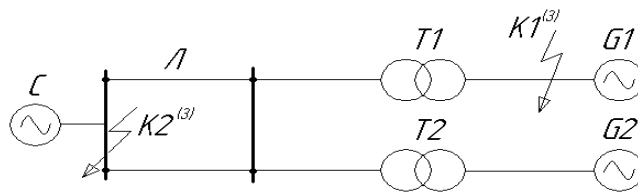
### Типовые задачи

1. Определить токи и напряжение в точке КЗ при  $K^{(1,1)}$ . Все величины указаны в относительных единицах.



- $E_G = 1,15; E_C = 1$   
 СГ:  $X''_d = 0,15$   
 Л:  $X_{л3} = 0,08; X_{л1}/X_{л0} = 3$   
 Т:  $X_T = 0,1$   
 АТ:  $X_{АТ}^B = 0,1; X_{АТ}^C = 0$   
 $X_{АТ}^H = 0,2$   
 С:  $X_C = 0,5; X_{C0} = \infty$

2. Определить начальное значение периодической составляющей тока КЗ.



Дано: в электрической системе (рисунок 1) в точке К1 произошло трехфазное КЗ. Параметры системы приведены в таблице 1.

Таблица 1

Участок	Параметр	Значение
Система С	$S_C (МВ \cdot А)$	3000
	$X_{*c} (о.е)$	1,2
Линия Л	$l (км)$	120
	$X (Ом/км)$	0,40
	$r (Ом/км)$	0,10
Трансформатор Т1,Т2	$S_T (МВ \cdot А)$	125
	$u_{ВН}/u_{НН} (кВ)$	254/10,5
	$u_k \%$	11
	$\Delta P_k (кВт)$	315
Генератор G1, G2	$P_T (МВт)$	110
	$u_T (кВ)$	10,5
	$\cos \varphi$	0,8
	$X_d'' (о.е)$	0,2
	$T_a (с)$	0,41

### 3. Исходные данные

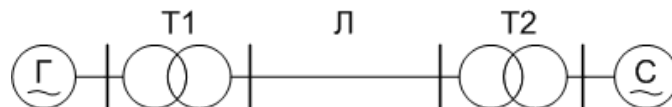
генератор Г с АРВ ПД –  $P_H=100$  МВт;  $U_H=10,5$  кВ;  $\cos \varphi=0,8$ ;  $X'_d=0,27$ ;  $E'=12,5$  кВ;

трансформатор Т1 –  $S_H=200$  МВА;  $n=242/10,5$  кВ;  $u_k=10\%$ ;

линия Л –  $l=120$  км;  $x_0=0,4$  Ом/км;

трансформатор Т2 –  $S_H=200$  МВА;  $n=230/121$  кВ;  $u_k=11\%$ ;

система  $U_C=118$  кВ.



Определить передаваемую активную мощность  $P_0$ , при которой коэффициент запаса статической устойчивости составляет 30%.

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы

#### Для проведения государственного экзамена

В целях проведения все охватывающей проверки уровня освоения компетенций в экзаменационный билет включаются дисциплины, которые формируют соответствующие компетенции. По компетенциям ПК-3 и ПК-5 выдается один теоретический вопрос и

практическая задача. По компетенции ПК-6 выдается четыре теоретических вопроса и практическая задача. В итоге по каждому билету студент должен дать 2 письменных ответа на 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание по данным компетенциям.

При выставлении оценок по каждой компетенции (дисциплине) необходимо руководствоваться следующими критериями:

#### **По теоретическому вопросу**

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, продемонстрировавшему всестороннее, систематизированное и глубокие теоретические знания учебного материала; оценка *«хорошо»* выставляется студенту, показавшему полные знания теоретического материала, не допустившему существенных неточностей в ответе; оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, показавшему знание основного материала, но не усвоившему его деталей, допустившему неточность, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала по компетенции (дисциплине); оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, не знающему значительной части материала, допустившему существенные ошибки и нелогично изложившему свой ответ.

#### **По практическому заданию :**

Оценка *«отлично»* выставляется студенту при следующих условиях:

- четко определившему проблему практической ситуации, причинно-следственные связи, правильно сформулировавшему цели и задачи;
- показавшему высокий уровень навыков аналитической деятельности и умение использовать теоретические знания в решении конкретной практической ситуации;
- проявившему высокую степень самостоятельности и оригинальности в представлении альтернативных вариантов решения;
- предложившему аргументированные, четко структурированные и логичные выводы и решения.

Если задание практической ситуации жестко структурировано (имеет иерархию в виде различных уровней решения), то оценка *«отлично»* ставится при выполнении базового уровня решения ситуации и дополнительного задания к кейсу.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту при следующих условиях:

- не достаточно четко определившему проблему или причинно-следственные связи в практическом задании;
- показавшему навыки аналитической деятельности, но допустившему неточности в умении использовать теоретические знания в решении конкретной практической ситуации;
- проявившему попытки проанализировать альтернативные варианты решения, но с некоторыми ошибками и упущениями;
- выводы недостаточно аргументированы, но достаточно четко структурированы и логически обоснованы без нарушения общего смысла.

Если задание практической ситуации жестко структурировано (имеет иерархию в виде различных уровней решения), то оценка *«хорошо»* ставится при выполнении базового уровня решения кейса.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту при следующих условиях:

- слабо определившему причинно-следственных связи практической ситуации и плохо сформулировавшему цели и задачи кейса;
- проявившему низкий уровень аналитических способностей и допустившему серьезные ошибки при использовании теоретических знаний в решении конкретной практической ситуации;
- показавшему недостаточность или отсутствие собственной точки зрения и оригинальности в анализе альтернативных вариантов решения практического задания;
- выводы плохо структурированы, не основаны на четких аргументах, нарушена заданная логика, ответы не снабжены комментариями.

Если задание практической ситуации жестко структурировано (имеет иерархию в виде различных уровней решения), то оценка *«удовлетворительно»* ставится при выполнении

практического задания на базовом уровне, но при этом проведен недостаточно глубокий анализ ситуации.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях и выполнившего практическое задание на пороговом уровне (полное отсутствие попыток анализа альтернативных вариантов решения, аргументация отсутствует, ответы не структурированы или не получены, отсутствует логика изложения) что свидетельствует о несформированности требуемого уровня освоения компетенции.

Методические указания по выставлению итоговой оценки сводятся к следующему:

**1.** Сначала выставляется общая оценка по результатам освоения конкретной компетенции (дисциплины) в соответствии со следующими правилами:

а) если среднеарифметическое значение составляет 4,5 и более, то выставляется оценка **«отлично»**;

б) если среднеарифметическое значение составляет от 3,5 до 4,49, то выставляется оценка **«хорошо»**;

в) если среднеарифметическое значение составляет от 3,0 до 3,49, то выставляется оценка **«удовлетворительно»**;

г) если среднеарифметическое значение составляет менее 3,0, то выставляется оценка **«неудовлетворительно»**;

д) если среди трех оценок есть хотя бы одна оценка **«неудовлетворительно»**, то общая оценка **«отлично»** и **«хорошо»** не выставляется.

**2.** Общая оценка по конкретной компетенции (дисциплине) выставляется на основе оценки, полученной по ответу на теоретические вопросы и оценки по практическому заданию в соответствии со следующими правилами:

а) если среднеарифметическое значение составляет 4,5 и более, то выставляется общая оценка **«отлично»**;

б) если среднеарифметическое значение составляет от 3,5 до 4,49, то выставляется общая оценка **«хорошо»**;

в) если среднеарифметическое значение составляет от 3,0 до 3,49, то выставляется общая оценка **«удовлетворительно»**;

г) если среднеарифметическое значение составляет менее 3,0, то выставляется общая оценка **«неудовлетворительно»**;

д) если среди трех оценок есть хотя бы одна оценка **«неудовлетворительно»**, то общая оценка **«отлично»** и **«хорошо»** не выставляется.

**3.** Итоговая оценка государственного экзамена по оцениваемым компетенциям (дисциплинам) выставляется на основе общих оценок по каждой компетенции в соответствии со следующими правилами:

а) если среднеарифметическое значение общих оценок составляет 4,5 и более, то выставляется итоговая оценка **«отлично»**;

б) если среднеарифметическое значение общих оценок составляет от 3,5 до 4,49, то выставляется итоговая оценка **«хорошо»**;

в) если среднеарифметическое значение общих оценок составляет от 3,0 до 3,49, то выставляется итоговая оценка **«удовлетворительно»**;

г) если среднеарифметическое значение общих оценок составляет менее 3,0, то выставляется итоговая оценка **«неудовлетворительно»**;

д) если среди общих оценок есть хотя бы одна оценка **«неудовлетворительно»**, то итоговая оценка **«отлично»** и **«хорошо»** не выставляется.

#### **Для оценки защиты квалификационной работы**

В процессе защиты ВКР устанавливается степень освоения каждой из компетенций, проверяемых в процессе защиты и определяется итоговая оценка. По каждой компетенции каждый член ГАК выставляет одну из следующих оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка вносится в приведенную ниже форму.

Код	Содержание	Оценка степени освоения компетенции
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК)</b>		
ОПК-1	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	базовый
ОПК-2	способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	базовый
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>		
ПК-3	способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	базовый
ПК-4	способностью проводить обоснование проектных решений	базовый
ПК-5	готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	базовый
ПК-6	способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	базовый
ПК-9	способностью составлять и оформлять типовую техническую	базовый

Оценка *«отлично»* по оцениваемой компетенции выставляется в случае, если студент в полной мере и на высоком уровне отразил знания, умения и навыки, формируемые оцениваемой компетенцией в содержании ВКР, всесторонне аргументировано и концентрированно изложил их в своем докладе, правильно и доказательно ответил на все вопросы по ней, заданные членами ГАК.

Оценка *«хорошо»* по оцениваемой компетенции выставляется в случае, если студент в полной мере, но на недостаточно высоком уровне отразил отдельные знания, умения и владения, формируемые оцениваемой компетенцией в содержании ВКР, не во всем аргументировано, но концентрированно изложил их в своем докладе и допустил некоторые неточности в правильности и доказательности в ответах на вопросы, заданных членами ГАК.

Оценка *«удовлетворительно»* по оцениваемой компетенции выставляется в случае, если студент не в полной мере, и на невысоком уровне отразил знания, навыки и умения, формируемые оцениваемой компетенцией в содержании ВКР, недостаточно аргументировано и концентрированно изложил их в своем докладе и допустил ряд неточностей в правильности и доказательности в ответах на вопросы, заданных членами ГАК.

Оценка *«неудовлетворительно»* по оцениваемой компетенции выставляется в случае, если студент не в полной мере, и на низком уровне отразил знания, навыки и умения, формируемые оцениваемой компетенцией в содержании ВКР, неправильно и бездоказательно ответив на подавляющее большинство вопросов, заданных членами ГАК.



Итоговая оценка по всем оцениваемым компетенциям производится по следующим правилам:

а) рассчитывается среднеарифметическое значение оценок членов ГАК по каждой компетенции:

- если среднеарифметическое значение составляет 4,5 и более, то выставляется общая оценка «отлично»;

- если среднеарифметическое значение составляет от 3,5 до 4,49, то выставляется общая оценка «хорошо»;

- если среднеарифметическое значение составляет от 3,0 до 3,49, то выставляется общая оценка «удовлетворительно»;

- если среднеарифметическое значение составляет менее 3,0, то выставляется общая оценка «неудовлетворительно»;

- если среди оценок членов ГАК имеется одна оценка «неудовлетворительно», то общая оценка «отлично» по оцениваемой компетенции не выставляется;

б) рассчитывается среднеарифметическое значение оценок по всем компетенциям:

- если среднеарифметическое значение общих оценок по каждой компетенции равно 4,5 и более, то выставляется итоговая оценка «отлично»;

- если среднеарифметическое значение общих оценок по каждой компетенции составляет от 3,5 до 4,49, то выставляется итоговая оценка «хорошо»;

- если среднеарифметическое значение составляет от 3,0 до 3,49, то выставляется общая оценка «удовлетворительно»;

- если среднеарифметическое значение общих оценок по каждой компетенции составляет менее 3,0, то выставляется итоговая оценка «неудовлетворительно»;

- если среди среднеарифметических значений общих оценок по каждой компетенции есть одна оценка «неудовлетворительно», то итоговая оценка «отлично» по оцениваемой компетенции не выставляется.

Полученные общие оценки по компетенциям вносятся в таблицу итоговой оценки защиты ВКР.

Таблица итоговой оценки защиты ВКР студента \_\_\_\_\_  
(Фамилия И.О.)

Общие оценки по компетенциям						Итоговая оценка защиты ВКР
ОПК-1	ОПК-2	ПК-3	ПК-5	ПК-6	ПК-9	

ВКР, получившая оценку «неудовлетворительно», полностью перерабатывается в сроки, установленные кафедрой по согласованию с деканатом, и защищается в следующем учебном году. Лучшие ВКР по решению кафедры направляются на региональные и всероссийские конкурсы студенческих работ.