




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

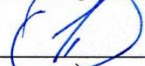
«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

  
Е.Ю. Дорогов  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
« 6 » 07 20 17

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Теплоэнергетики и теплотехники

  
К.А. Штым  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
« 6 » 07 20 17

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Производство и распределение электрической энергии электростанций»**

**Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**

Магистерская программа «Технология производства тепловой и электрической энергии на электростанциях»

Форма подготовки: очная

курс  1  семестр  2   
лекции  18  час.  
практические занятия  36  час.  
лабораторные работы \_\_\_\_\_ час.  
в том числе с использованием МАО лек.  4  /пр.  36  /лаб. \_\_\_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки  54  час.  
в том числе с использованием МАО  40  час.  
самостоятельная работа  54  час.  
контрольные работы (2)  
курсовая работа /курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр  
зачет  2  семестр  
экзамен \_\_\_\_\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 04.04.2016 г. № 12-13-592

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Электроэнергетики и электротехники протокол №  1  от «  24  »  сентября  2016   г.

Заведующая (ий) кафедрой Н.В. Силин  
Составитель (ли): ст. преподаватель Герасименко А.В.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

### к рабочей программе учебной дисциплины «Производство и распределение электрической энергии электростанций»

Рабочая программа учебной дисциплины «Производство и распределение электрической энергии электростанций» разработана для студентов второго курса по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», магистерской программы «Технология производства тепловой и электрической энергии на электростанциях» (индекс Б1.В.ОД.4).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа (54 часа). Дисциплина реализуется на 1 курсе в 2-м семестре.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Информатика», «Физика», «Математический анализ», «Введение в профессию», «Электротехника и электроника», «Электрооборудование электростанций».

**Целью** освоения дисциплины является знакомство обучающихся с основными принципами использования электроэнергетических сетей и систем для передачи электрической энергии.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение теории передачи электрической энергии переменным током, физики процессов, происходящих в электрических сетях и системах, способов моделирования элементов и электрической сети в целом;
- освоение методов расчетов эксплуатационных режимов электроэнергетических сетей и систем;
- приобретение навыков и представлений о требованиях к улучшению режимов электрических сетей и об условиях оптимального управления.

Для успешного изучения дисциплины «Производство и распределение электрической энергии электростанций» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность 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);
- способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

- способность обеспечивать соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной и трудовой дисциплины (ПК-7);

- готовность к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования (ПК-8);

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2 способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Знает	Методы проведения инженерных исследований в области электроэнергетики
	Умеет	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа в области электроэнергетики с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний
	Владеет	Выполнять инновационные инженерные проекты с применением оригинальных методов для достижения новых результатов
ПК-4 готовность к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов	Знает	Схемы электроэнергетических систем и сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи
	Умеет	Применять эксплуатировать и производить расчет и выбор электрического оборудования электроэнергетических систем
	Владеет	Методами расчета параметров энергетических устройств и электроэнергетических систем и сетей

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Производство и распределение электрической энергии электростанций» применяются следующие методы активного обучения – *коллективное решение задачи, лекция-беседа, групповое обсуждение, мастер-класс.*

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 ЧАС.)**

## **Раздел I. Элементы электроэнергетической системы и их параметры (12 час.)**

### **Тема 1. Энергетическая и электрическая системы, с использование метода активного обучения – лекция-беседа. (2 час.)**

Энергетическая и электрическая системы. Техничко-экономические преимущества создания энергосистем и их объединений. Перспективы и основные проблемы развития и эксплуатации энергосистем. Передача и распределение электроэнергии. Электропередачи переменного и постоянного тока. Классификация электрических сетей. Виды электроустановок и их номинальные данные. Задачи расчётов сетей.

### **Тема 2. Конструкции линий электрических сетей, с использование метода активного обучения – групповое обсуждение. (2 час.)**

Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи (ЛЭП). Провода воздушных линий и тросы. Опоры: их классификация и конструктивное исполнение, область применения; линейная арматура; изоляторы. Конструктивные элементы кабельных линий электропередачи. Классификация кабельных линий, принципы формирования марки кабеля, маркировка кабелей, конструктивное исполнение кабелей различного уровня номинального напряжения, их область применения. Кабельная арматура. Прокладка кабелей.

### **Тема 3. Схемы замещения, характеристики и параметры элементов ЭЭС. (4 час.)**

Представление электрических систем (ЭС) с помощью схем замещения. Схемы замещения ВЛ различного номинального напряжения. Характеристика и определение параметров схем замещения. Схемы замещения КЛ. Определение параметров схем замещения ВЛ со стальными проводами типы, условные обозначения, принципиальная схема, схема замещения, физическая суть её элементов. Определение параметров схем замещения двухобмоточных, двухобмоточных с расщепленной обмоткой, трехобмоточных трехфазных трансформаторов и автотрансформаторов. Расчет параметров схемы замещения. Схемы замещения синхронных генераторов, двигателей и компенсаторов, расчет их параметров. Реакторы и конденсаторы в схемах ЭС. Назначение, типы, схемы замещения, параметры схемы замещения.

#### **Тема 4. Графики электрических нагрузок сети. (1 час.)**

Графики электрических нагрузок сети. Виды графиков нагрузок. Основные группы потребителей электроэнергии и их типовые графики нагрузки. Расчётные нагрузки и их характеристики. Число часов использования максимальной и установленной мощности. Коэффициенты участия в максимуме нагрузки, использования установленной мощности, формы.

#### **Тема 5. Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей. (2 час.)**

Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей. Потери мощности в линиях при сосредоточенных нагрузках. Потери мощности в трансформаторах различных типов. Потери энергии в линиях и трансформаторах и их определение по графикам нагрузок и времени наибольших потерь. Число часов максимальных потерь. Определение рационального числа параллельно включенных трансформаторов на подстанции. Учёт электрической энергии. Себестоимость производства, передачи и потерь электроэнергии.

#### **Тема 6. Потери напряжения в элементах электрических сетей. (1 час.)**

Векторные диаграммы токов и напряжений участка сети. Падение и потеря напряжения в элементах электрической сети. Электрический расчёт ЛЭП по току и мощности нагрузки. Анализ режимов работы линии с помощью векторных диаграмм. Приближенные методы определения потерь напряжения в ЛЭП с одной или несколькими нагрузками.

### **Раздел II. Режимы работы электроэнергетических систем (6 час.)**

#### **Тема 1. Балансы мощности и энергии. Качество электроэнергии в электроэнергетических системах. (2 час.)**

Балансы мощности и энергии. Качество электроэнергии в электроэнергетических системах. Графики активных и реактивных нагрузок потребителей и электрических станций в энергосистемах. График нагрузки энергосистемы и его покрытие. Баланс реактивной мощности в энергосистемах. Коэффициент мощности потребителей и его контроль.

#### **Тема 2. Регулирование частоты и активной мощности в электроэнергетической системе. (2 час.)**

Физическая сущность баланса активных мощностей и его связь с регулированием частоты. Влияние частоты на работу элементов

электроэнергетической системы. Критерии оценки качества частоты. Организация регулирования частоты в энергосистеме. Выбор частотоведущих станций. Регулирование частоты в аварийных режимах по методу частотоведущих станций. Регулирование частоты и сохранение баланса мощности в электроэнергетической системе с помощью автоматической частотной разгрузки

### **Тема 3. Регулирование напряжения и реактивной мощности в электроэнергетической системе. (2 час.)**

Влияние напряжения на технико-экономические показатели элементов электрической системы. Физическая сущность баланса реактивных мощностей и его связь с регулировкой напряжения. Критерии оценки качества напряжения. Принципы и средства регулировки напряжения. Диапазон регулирования напряжения генераторами и трансформаторами электростанции. Использование генераторов для регулирования напряжения у местных потребителей. Регулирование напряжения трансформаторами без РПН (с ПБВ). Регулирование напряжения трансформаторами с РПН. Линейные регуляторы и вольтодобавочные трансформаторы. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 ЧАС.)**

### **Практические занятия (36 час)**

#### **Занятие 1. Параметры электрической схемы замещения линий электропередачи – коллективное решение задачи (6 часа)**

1. Схема замещения линии электропередачи.
2. Продольные и поперечные параметры схемы замещения. Активное сопротивление. Индуктивное сопротивление. Транспозиция проводов.
3. Активная проводимость. Явление короны. Емкостная проводимость. Зарядная мощность.
4. Расщепление фаз линии. Влияние расщепления фазы на параметры схемы замещения.
5. Погонные параметры и их порядок для линий различной конструкции и напряжения.
6. Выбор схемы замещения линии в зависимости от ее конструкции и номинального напряжения.

**Занятие 2. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов, с использование метода активного обучения – коллективное решение задачи (6 часа)**

1. Схемы замещения двухобмоточных трансформаторов. Определение параметров схемы замещения по паспортным данным.

2. Потери холостого хода и нагрузочные потери мощности в трансформаторе.

3. Расщепление обмотки низкого напряжения трансформатора. Определение параметров схемы замещения трансформатора с расщепленной обмоткой.

4. Схемы замещения и параметры трехобмоточного трансформатора и автотрансформатора.

**Занятие 3. Потери мощности и электроэнергии в элементах электрических сетей, с использование метода активного обучения – коллективное решение задачи (6 часа)**

1. Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей.

2. Потери мощности в линиях и трансформаторах при сосредоточенных нагрузках.

3. Потери энергии в линиях и трансформаторах и их определение по графикам нагрузок.

**Занятие 4. Потери напряжения в элементах электрических сетей, с использование метода активного обучения – коллективное решение задачи (6 часа)**

1. Векторные диаграммы токов и напряжений участка сети.

2. Падение и потеря напряжения в элементах электрической сети.

3. Расчет потери напряжения по линейным мощностям участков и их сопротивлениям.

4. Расчет потери напряжения по мощностям нагрузок и сопротивлениям участков, по которым протекают токи.

**Занятие 5. Расчет построение графиков нагрузки промышленных предприятий, с использование метода активного обучения – коллективное решение задачи (6 часа)**

1. Электрические нагрузки и их представление при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем.



2. Графики электрических нагрузок (ГЭН) и их анализ при проектировании электрических сетей.

3. Построение ГЭН подстанций из типовых графиков при различных способах задания информации.

4. Долгосрочное прогнозирование ГЭН. Практическое применение формулы сложных процентов при проектировании электрических нагрузок.

5. Переход от реальных ГЭН к ГЭН в относительных единицах и построение прогнозируемого ГЭН

### **Занятие 6. Регулирование напряжения в электрических сетях, с использованием метода активного обучения – коллективное решение задачи (6 часа)**

Проводится мастер-класс, который должен всегда начинаться с актуализации знаний каждого по предлагаемой проблеме, что позволит расширить свои представления знаниями других участников.

Основные преимущества мастер-класса — это уникальное сочетание короткой теоретической части и индивидуальной работы, направленной на приобретение и закрепление практических знаний и навыков

**Вступление** Преподавателем показываются примеры расчетов основного оборудования электростанций, проводится сопоставление результатов расчетов.

#### **Основная часть:**

1. Преподаватель выполняет расчеты основного электрооборудования электрических станций, акцентируя внимание на возможных сложностях и этапах, где возможно совершение ошибок;

2. Студенты индивидуально выполняют аналогичные задачи. Преподаватель выполняет роль консультанта, организует самостоятельную работу студентов и управляет ею;

3. Преподаватель совместно со студентами проводит обсуждение получившихся моделей по результатам проведенного занятия.

**Выводы** проводится дискуссия по результатам совместной деятельности преподавателя и студентов.

#### Темы проведения мастер-классов

1. Выбор диапазона регулирования и ответвлений трансформатора с РПН.

2. Выбор диапазона регулирования и ответвлений с ПБВ.

3. Регулирование напряжения с помощью фазокомпенсирующих устройств.

4. Регулирование напряжения путем изменения параметров сети.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Производство и распределение электрической энергии электростанций» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Элементы электроэнергетической системы и их параметры	ОПК-2	знает	УО-1	Вопросы 1-14
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-11	
		ПК-4	знает	УО-1	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-11	
2	Раздел 2. Режимы работы электроэнергетических систем	ОПК-2	знает	УО-2	Вопросы 15-27
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-11	
		ПК-4	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-11	

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии : учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. — 4-е изд., стер. — М.: КНОРУС, 2016. — 648 с. — (Бакалавриат). - Режим доступа: <https://www.book.ru/book/920692>

2. Лыкин А.В., Электрические системы и сети [Электронный ресурс]: учебник / Лыкин А.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 363 с. (Серия "Учебники НГТУ") - ISBN 978-5-7782-3037-8 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230378.html>

3. Коротков В.Ф., Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Коротков В.Ф. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01210-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012109.html>

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Крючков И.П., Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ [Электронный ресурс] : учебно-справочное пособие для вузов / И.П. Крючков, М.В. Пираторов, В.А. Старшинов; под ред. И.П. Крюčkова. - М. : Издательский дом МЭИ, 2015. - 138 с. - ISBN 978-5-383-00958-1 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009581.html>

2. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: Учебн. пособие.- М.: ФОРУМ: ИНФРА , 2006.- 479 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=19574405>

3. Чунихин А. А. Электрические аппараты: Общий курс. Учебник для вузов. — 3 — е изд., перераб. и доп.- М.: Альянс, 2013.- 719 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:692721&theme=FEFU>

4. Карапетян, И.Г. Справочник по проектированию электрических сетей [Электронный ресурс] : справочник / И.Г. Карапетян, Д.Л. Файбисович, И.М. Шапиро ; под ред. Д. Л. Файбисовича. — Электрон. дан. — Москва : ЭНАС, 2017. — 376 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/104578>. — Загл. с экрана.

5. Герасимов В.Г., Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии [Электронный ресурс] / Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. А.И. Попов). - 10-е изд., стереот. - М. : Издательский дом МЭИ, 2009. - 964 с. - ISBN 978-5-383-00338-1 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383003381.html>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1. Хранилище чертежей. Ресурс со всей необходимой информацией о чертежах (учебные пособия, ГОСТы, СНиПы, справочник статей, практические советы), Электронные учебные пособия по обработке металлов. <http://4ertim.com/>
2. Материалы для проектирования. Материалы по строительству и машиностроению. Нормативная документация, литература по САПР, AutoCAD и по соответствующим темам. <http://dwg.ru/dnl/>
3. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru/>
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека России <http://www.gpntb.ru/>
5. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>

### **Нормативно-правовые материалы:**

Программный комплекс «Консультант Плюс»  
 Программный комплекс ИС Техэксперт: 6.0.

### **Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:**

Программное обеспечение, доступное студентам для выполнения индивидуальных заданий, а также для организации самостоятельной работы:

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры Теплоэнергетики и	– Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с

<p>теплотехники, Ауд. Е-522, Ауд. Е-523</p>	<p>различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</li> <li>– Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</li> <li>– AutoCAD 2017 - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения;</li> <li>– WaterSteamPro – свойства воды и водяного пара;</li> <li>– WinDjView 2 – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате DJVU;</li> <li>– КОМПАС-3D V16 x64 трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения;</li> <li>– ПК «Консультант Плюс» - офисный пакет нормативных документов;</li> <li>– ПК «ИС Техэксперт 6.0» - офисный пакет нормативных технических документов;</li> </ul>
---	---

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины отводится 54 часов аудиторных занятий и 72 час самостоятельной работы.

Изучение лекционного материала, практических занятий и самостоятельной работы студентов направлено на углубленное изучение дисциплины «Производство и распределение электрической энергии электростанций», получение необходимых компетенций, позволяющих осуществлять вариантный расчет тепловых схем электростанций, выбор оборудования электростанции и расчета технико-экономических показателей электростанций.

В лекционном материале изложены принципы построения тепловых схем электростанций. Рассматривается принципиальный подход к выбору оборудования электростанции и места расположения этого оборудования.

На практических занятиях студенты реализуют принципы решения проектных задач, полученных на лекциях. Прорабатывают варианты расчета элементов тепловых схем электростанций, получают навыки оптимизации схем, углубленно изучают профессиональные программы расчетов на ПК, составляют собственные программы для расчетов при решении задач проектирования, графического изображения чертежей на ПК.

Лекции должны проходить в мультимедийных аудиториях (Е-934, Е-933, Е-433).

Практические занятия в компьютерном классе с мультимедийным оборудованием (Е-559 а,г). Студентам разрешается приносить на занятия свои ноутбуки и соответствующие устройства.

На первом занятии студенты получают задание, знакомятся с примерами формирования расчетов, во время занятия у студентов формируется представление о правильном выборе и размещении основного оборудования и вспомогательного оборудования тепловой электростанции, удобном не только для его монтажа, но и процесса эксплуатации. В конце занятия студенты получают задание для самостоятельной работы и подготовке к следующему занятию.

Аналогично проходят все остальные практические занятия.

Практически на каждом занятии студенту предлагается сделать сообщение, в котором он обосновывает принятое им решения при проектировании. Другие студенты задают вопросы, делают комментарии, замечания, предложения. Оцениваются знания, как докладчика, так и оппонентов. Это мотивирует студентов проявлять высокую активность, более глубоко и широко изучать предложенные вопросы, а не замыкаться на собственном задании. Выступления студентов формируют навыки профессионального мышления, закрепляют профессиональную лексику, учат отстаивать принятые решения или соглашаться с лучшими предложениями.

Если студент не подготовил сообщение к текущему занятию, то он может перенести их на следующее, но представляемый материал должен содержать информацию, как предыдущего занятия, так и текущего.

Наилучшей рекомендацией студенту – это подготовка к каждому занятию, что будет соответствовать плану выполнения работы, выдерживать технологию изучения дисциплины. В процессе обучения формируется рейтинг студентов, позволяющий дать оценку их знаний и представить в промежуточной аттестации.

Кроме занятий предусмотрены еженедельные консультации ведущего преподавателя, с помощью которых студент может разрешить проблемы, возникшие у него при подготовке к текущему занятию или в процессе расчета и проектирования тепловой схемы.

Студенты получают по дисциплине в электронном виде:

Конспект лекций по дисциплине;

Программу практических занятий;

Полное собрание свода правил (СП), собрание СНиПов, справочную, учебную и научную литературу, необходимых при расчете и проектировании тепловых схем электростанций;

Электронные и печатные каталоги оборудования, которые имеются на кафедре.

Студент пользуется электронной базой библиотеки ДВФУ, кафедры и ведущего преподавателя.

В случае, если студент не набрал достаточно баллов в рейтинге, или его не устраивает оценка, которую он получил в результате систематической работы, то он готовится к зачету по вопросам, которые охватывают объем знаний, предусмотренных дисциплиной «Производство и распределение электрической энергии электростанций». К зачету студент может быть допущен, если у него выполнены все задания по практическим занятиям и сдана расчетно-графическая работа по этой дисциплине.

Успешное усвоение курса предполагает активное, творческое участие студента на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. *Общие рекомендации:* изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы и разработок, указанных в программе, особое внимание уделяется целям, задачам, структуре и содержанию курса. *Работа с конспектом лекций.* Просмотрите конспект сразу после занятий. Поставьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю. Каждую неделю рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Важно проводить дополнительную работу с текстом конспекта: внимательно прочитать его; дополнить записи материалами из других источников, рекомендованных преподавателем; выделить все незнакомые понятия и термины и в дальнейшем поместить их в словарь. Наличие словаря определяет степень готовности студента к экзамену и работает как допуск к заключительному этапу аттестации. Необходимо систематически готовиться к практическим занятиям, изучать рекомендованные к прочтению статьи и другие материалы. Методический материал, обеспечивает рациональную организацию самостоятельной работы студентов на основе систематизированной информации по темам занятий курса. Практика – один из наиболее сложных и в то же время плодотворных видов (форм) вузовского обучения и воспитания. В условиях высшей школы практика – один из видов практических занятий, проводимых под руководством преподавателя, ведущего научные исследования по тематике практики и являющегося

знатоком данной проблемы или отрасли научного знания. Практика предназначается для углубленного изучения той или иной дисциплины и овладения методологией применительно к особенностям изучаемой отрасли науки. Можно отметить, однако, что при изучении дисциплины в вузе практика является не просто видом практических занятий, а, наряду с лекцией, основной формой учебного процесса. Ведущей дидактической целью практических занятий является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умений работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием практических занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы ведения занятия является совместная работа преподавателя и студентов над решением практических задач, а сам поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности. Оценка производится через механизм совместного обсуждения, сопоставления предложенных вариантов ответов с теоретическими и эмпирическими научными знаниями, относящимися к данной предметной области. Это ведет к возрастанию возможностей осуществления самооценки собственных знаний, умений и навыков, выявлению студентами «белых пятен» в системе своих знаний, повышению познавательной активности.

Университет обеспечивает учебно-методическую и материально-техническую базу для организации самостоятельной работы студентов.

Библиотека университета обеспечивает:

- учебный процесс необходимой литературой и информацией (комплектует библиотечный фонд учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с учебными планами и программами, в том числе на электронных носителях);
- доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

Кафедра:

- обеспечивает доступность всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- разрабатывает: учебно-методические комплексы, программы, пособия, материалы по учебным дисциплинам в соответствии с



Федеральными государственными образовательными стандартами;

- методические рекомендации, пособия по организации самостоятельной работы студентов;
- задания для самостоятельной работы;
- темы рефератов и докладов;
- вопросы к экзаменам и зачетам.

Изучение каждой дисциплины заканчивается определенными методами контроля, к которым относятся: текущая аттестация, зачеты и экзамены. Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. При подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Первоначально следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты лекций. Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине и пр.);

– степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Активность обучающегося на занятиях оценивается на основе выполненных работ и заданий, предусмотренных ФОС дисциплины.

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения

обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Производство и распределение электрической энергии электростанций»

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по практике, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ:

<b>Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками
Мультимедийная аудитория E933, E934, E433	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF AVervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами,

оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

---

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Производство и распределение электрической энергии  
электростанций»**

Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Магистерская программа «Технология производства тепловой и  
электрической энергии на электростанциях»

Форма подготовки: очная

**Владивосток**

2017

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	2 семестр	ИДЗ. «Расчет параметров электрической схемы замещения линий электропередачи и трансформаторов»	9	ПР-11
2	2 семестр	ИДЗ. «Расчет потерь мощности и электроэнергии в элементах электрических сетей»	9	ПР-11
3	2 семестр	ИДЗ. «Расчет потерь напряжения в элементах электрических сетей»	9	ПР-11
4	2 семестр	ИДЗ. «Расчет токов короткого замыкания в СС»	9	ПР-11

Материалы для самостоятельной работы студентов подготовлены в виде индивидуальных заданий по каждому разделу РПУД (образцы вариантов представлены Приложении 2). Полный комплект ИДЗ хранится на кафедре Электроэнергетики и электротехники.

Для расчётов и оформления ИДЗ используются программы: World, Excel, Vizio, MathCAD, Mathlab.

### Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Цель индивидуальных домашних заданий – развитие навыков самостоятельного мышления при решении инженерных задач.

Индивидуальные домашние задание представляет собой комплект задач по электрическим сетям и включает задачи по определению параметров схем замещения основных элементов электрических сетей, расчетных нагрузок узлов, расчету установившихся режимов разомкнутых разветвленных электрических сетей, простых замкнутых сетей, сетей различной конфигурации, сетей с несколькими номинальными напряжениями, выбору ответвлений РПН трансформаторов и линейных регуляторов.

## **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде письменного отчета, содержащего пояснительную записку объемом 4-5 страниц формата А4, обосновывающую принятые решения, и главную схему электрических соединений, схему электроснабжения собственных нужд и вторичных цепей.

Изложение в пояснительной записке должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц.

Материал представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- задание на ИДЗ;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы пояснительной записки должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Пояснительная записка выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4.

Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным.

Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

РГР является одной из составляющих итоговой аттестации по дисциплине «Проектирование структурной схемы электростанции».

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

- 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты расчётно-графического задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

- 8-7 - баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при выборе и проверке оборудования или одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

- 7-6 балл – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в расчётах РГР или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

- 6-5 баллов - Работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Производство и распределение электрической энергии**  
**электростанций»**  
Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
Магистерская программа «Технология производства тепловой и  
электрической энергии на электростанциях»  
Форма подготовки: очная

Владивосток  
2017



**Паспорт  
фонда оценочных средств  
по дисциплине «Производство и распределение электрической энергии  
электростанций»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ОПК-2 способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Знает
Умеет		Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа в области электроэнергетики с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний
Владеет		Выполнять инновационные инженерные проекты с применением оригинальных методов для достижения новых результатов
ПК-4 готовность к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов	Знает	Схемы электроэнергетических систем и сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи
	Умеет	Применять эксплуатировать и производить расчет и выбор электрического оборудования электроэнергетических систем
	Владеет	Методами расчета параметров энергетических устройств и электроэнергетических систем и сетей

**Контроль достижения целей дисциплины**

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Элементы электроэнергетической системы и их параметры	ОПК-2	знает	УО-1	Вопросы 1-14
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-11	
		ПК-4	знает	УО-1	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-11	
2	Раздел 2. Режимы работы	ОПК-2	знает	УО-2	Вопросы 15-27
			умеет	ПР-1	

	электроэнергетическим системам	ПК-4	владеет	ПР-11
			знает	УО-2
			умеет	ПР-1
			владеет	ПР-11

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	Показатели
	знат	Методы проведения инженерных исследований в области электроэнергетики		
ОПК-2 способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	знат (пороговый уровень)	Методы проведения инженерных исследований в области электроэнергетики	Знат основные методы проведения инженерных исследований в области электроэнергетики	Способен провести инженерных исследований в области электроэнергетики
	умеет (продвинутый)	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа в области электроэнергетики с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний	Умеет ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа в области электроэнергетики с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний	Способен поставить и решить инновационные задачи инженерного анализа в области электроэнергетики
	Владеет (высокий)	Выполнять инновационные инженерные проекты с применением оригинальных методов для достижения новых результатов	Владеет навыками выполнения инновационных инженерных проектов с применением оригинальных методов для достижения новых результатов	Демонстрирует практические навыки выполнения инновационных инженерных проектов с применением оригинальных методов для достижения новых результатов
ПК-4 готовность к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и	знат (пороговый уровень)	Схемы электроэнергетических систем и сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи	Знат схемы электроэнергетических систем и сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи	Имеет представление о схемах электроэнергетических систем и сетей, конструктивном выполнении воздушных и кабельных линий электропередачи
	умеет (продвинутый)	Применять, эксплуатировать и производить расчет и выбор электрического оборудования электроэнергетических систем	Применять эксплуатировать и производить расчет и выбор электрического оборудования электроэнергетических систем	Способен применять, эксплуатировать и производить расчет и выбор электрического оборудования электроэнергетических систем
	Владеет (высокий)	Методами расчета	Методами расчета параметров	Демонстрирует навыки расчета

тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов		параметров энергетических устройств и электроэнергетических систем и сетей	энергетических устройств и электроэнергетических систем и сетей	параметров энергетических устройств и электроэнергетических систем и сетей
--	--	--	---	--

### **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Производство и распределение электрической энергии электростанций» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Производство и распределение электрической энергии электростанций» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, защиты индивидуальных домашних заданий, тестирования) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Производство и распределение электрической энергии электростанций» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Производство и распределение электрической энергии электростанций» предусмотрен зачет, который проводится в устной форме.

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

## УО-1 Собеседование

Вопросы по темам/разделам дисциплины

### Раздел 1. Элементы электроэнергетической системы и их параметры

1. Какое напряжение называют номинальным напряжением? Ряд номинальных напряжений.
2. Как выбирается номинальное напряжение сети?
3. Требования, предъявляемые к электрическим сетям.
4. Как учитывается требуемый уровень надежности электроснабжения при выборе схемы электрической сети?
5. Категории потребителей по степени надежности электроснабжения.
6. Графики нагрузки.
7. Для чего делается расщепление проводов фазы?
8. Схема замещения ВЛ (КЛ). Физический смысл составляющих схемы замещения.
9. Поясните физический смысл индуктивного сопротивления ВЛ и трансформатора.
10. Чем отличаются параметры схемы замещения повышающего и понижающего трансформатора?
11. Что понимают под транспозицией проводов и предусматривается ли она в проекте?
12. Схема замещения двухобмоточного трансформатора – каким физическим явлениям соответствуют ее элементы?
13. Схема замещения трехобмоточного (авто) трансформатора.
14. Зарядная мощность ВЛ. Физический смысл, расчетное выражение.
15. Цель проведения опытов “холостого хода” и “короткого замыкания” трансформаторов. Как определить параметры схемы замещения трансформатора по его паспортным данным?
16. Методика выбора трансформаторов на подстанциях.
17. Падение и потеря напряжения на участке сети.
18. Векторная диаграмма напряжений и токов участка электрической сети.
19. Определение потерь мощности в ЛЭП и трансформаторах.
20. Методы определения потерь электроэнергии.
21. Что такое время максимальных потерь?
22. Методы снижения потерь электроэнергии.

## **Раздел 2. Режимы работы электроэнергетических систем.**

1. Какова связь между балансом активной мощности и регулированием частоты?
2. Как определить диапазон изменения мощности при регулировании частоты?
3. Как влияет крутизна частотной характеристики элементов системы на регулирование частоты?
4. Каковы возможные причины и последствия понижения частоты в энергосистеме?
5. Каковы особенности поведения станции при отсутствии резерва мощности?
6. Каким образом классифицируют изменения частоты в энергосистеме?
7. Что понимают под резервом мощности и энергии системы и каково назначение резерва?
8. Как характеризовать процесс первичного регулирования частоты?
9. Каким образом выполняют регулирование частоты в энергосистемах?
10. Каковы приоритеты в распределении активных мощностей между электростанциями?
11. В чем заключается сущность вторичного регулирования частоты?
12. Каков порядок работы автоматической частотной разгрузки?
13. Каковы особенности регулирования частоты в послеаварийных режимах?
14. Каковы возможные причины и последствия повышения частоты в энергосистеме?
15. К каким последствиям может привести нарушение баланса реактивной мощности?
16. Какие источники реактивной мощности Вам известны?
17. Для чего применяют компенсирующие устройства?
18. Как определяется мощность компенсирующих устройств?
19. Что понимают под встречным регулированием напряжения?
20. Способы и средства регулирования напряжения в электрических системах.
21. Как выбрать необходимое ответвление трансформатора?
22. Чем отличаются понятия: отклонение напряжения, колебания напряжения, падение напряжения?

## Типовые задания для выполнения ИДЗ по дисциплине «Производство и распределение электрической энергии электростанций»

Варианты типовых заданий для выполнения расчётно-графического задания по теме «Производство и распределение электрической энергии электростанций». Весь комплект заданий хранится на кафедре Электроэнергетики и электротехники.

**Задача 1.** Составить схему замещения последовательно включенных воздушной линии и трансформатора и определить ее параметры. Линия электропередачи напряжением  $U$  выполнена проводом АС протяженностью  $l$  км. Подвеска проводов горизонтальная, расстояние между проводами  $d$  м. В линии осуществлена транспозиция. Исходные данные линии и марка трансформатора заданы в табл. 1. При решении задачи принять для алюминия  $\rho = 31,5 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{км}$ , а  $\gamma = 31,7 \text{ м}/\text{Ом} \cdot \text{мм}^2$ .

Таблица 1. - Варианты заданий. Исходные данные к задаче 1.

Варианты	Марка провода	U, кВ	l, км	d, м	Марка трансформатора
1	АС – 120	110	30	3,5	ТДН – 16000/110
2	АС – 150	110	50	3,5	ТДН – 16000/110
3	АС – 185	110	60	3,5	ТРДН – 25000/110

**Задача 2.** Предприятие питается по двухцепной  $n = 2$  (одноцепной  $n = 1$ ) линии, выполненной проводом АС протяженностью  $l$  км. На предприятии установлено два (один) трансформатора (тип указан в табл. 2.1). Нагрузка предприятия –  $S$  МВА. Составить схему электроснабжения предприятия и определить суммарные потери мощности в трансформаторах и линии, а также потерю активной энергии за год, если известны  $\cos\varphi$  и  $T_M$  час. Данные для своего варианта взять из табл. 2.1.

Таблица 2. - Варианты заданий. Исходные данные к задаче 2.

Вариант	S, МВА	Марка провода	l, км	n	Марка трансформатора	U, кВ	T <sub>M</sub> , ч
1	14,6 + j10,1	АС – 120	70	2	ТДН – 10000/110	110	5500
2	26,8 + j13,5	АС – 120	45	2	ТДН – 16000/110	110	5000
3	10,1 + j5,4	АС – 120	85	2	ТДН – 6300/110	110	4500

**Задача 3.** Предприятие питается по двухцепной  $n = 2$  (одноцепной  $n = 1$ ) линии, выполненной проводом АС протяженностью  $l$  км. На предприятии установлено два (один) трансформатора (тип указан в табл. 3.1). Нагрузка предприятия –  $S$  МВА. Составить схему электроснабжения предприятия и определить потери напряжения в трансформаторах и линии, а также полную потерю напряжения в сети относительно номинального напряжения. Данные для своего варианта взять из табл. 3.

Таблица 3. - Варианты заданий. Исходные данные к задаче 3.

Вариант	$S$ , МВА	Марка провода	$l$ , км	$n$	Марка трансформатора	$U$ , кВ	$T_M$ , ч
1	$14,6 + j10,1$	АС – 120	70	2	ТДН – 10000/110	110	5500
2	$26,8 + j13,5$	АС – 120	45	2	ТДН – 16000/110	110	5000
3	$10,1 + j5,4$	АС – 120	85	2	ТДН – 6300/110	110	4500

**Задача 4.** Подстанция, находящаяся на расстоянии 1 км от главной понижающей подстанции (рис. 4.1), питается по воздушной линии  $U$  кВ, выполненной проводами АС (А), расположенными горизонтально со среднегеометрическим расстоянием между проводами  $d$  м. Передаваемая по линии мощность равна  $(P + jQ)$  кВА. Определить мощность конденсаторной батареи, которую необходимо установить на подстанции, чтобы потери напряжения в сети снизились на  $\delta U$  %. Данные для своего варианта взять из табл. 4.

Таблица 4. - Варианты заданий. Исходные данные к задаче 4.

Вариант	$U$ , кВ	$P$ , кВт	$Q$ , квар	Марка провода	$l$ , км	$d$ , м	$\delta U$ , %
1	10	1200	960	АС – 70	10	2,0	10
2	10	1540	1120	АС – 95	8	2,0	6
3	10	1260	1080	АС – 95	9	2,0	7

### Критерии оценки ИДЗ:

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты расчётно-графического задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 - баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при выборе и проверке оборудования или одна-две ошибки в

оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 балл – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в расчётах РГР или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 6-5 баллов - Работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

## **Тесты для текущего контроля**

### **Примерны перечень тестовых вопросов**

1. Совокупностью электрических станций, подстанций, электрических и тепловых сетей, объединённых общностью режима и непрерывностью процесса выработки, преобразования тепловой и электрической энергии, называется

1. электрическая система;
2. энергосистема,
3. электро-энергосистема;
4. тепло-энергосистема

2. Электрической системой называется часть энергосистемы без следующих компонентов:

1. без тепловых сетей;
  2. без тепловых потребителей;
  3. без тепловых сетей и тепловых потребителей;
  4. без электрических потребителей
3. В состав электрических систем входят:

1. электростанции, распределительные устройства (РУ), линии электропередач (ЛЭП):

2. электростанции, теплостанции, ЛЭП.
3. электрические подстанции, НУ, ЛЭП, теплостанции;

4. электростанции, распределительные устройства (РУ), линии электропередач (ЛЭП), теплостанции, центральное отопление.

4. ГЭС бывают со следующим типом регулирования:

1. с суточным и часовым;
2. с часовым;
3. с суточным и многолетним;
4. с суточным, сезонным и многолетним.



5. Все электростанции в России вырабатывают следующий ток:

1. постоянный;
2. трёхфазный переменный с напряжением 3-24 кВ;
3. трёхфазный переменный с напряжением 110-1150 кВ;
4. однофазный переменный с напряжением 35 кВ;
6. Вспомогательным ЭО электростанций является:

1. оборудование для измерения, сигнализации, управления;
2. генераторы;
3. трансформаторы;
4. генераторы, трансформаторы/

7. При производстве электроэнергии одновременно протекают следующие процессы:

1. производство и преобразование электроэнергии;
2. производство, потребление, передача электроэнергии;
3. преобразование, потребление, передача электроэнергии;
4. производство, преобразование, потребление, передача

электроэнергии;

8. К ультравысокому напряжению (УВУ) относят следующее напряжение:

1. 35-110 кВ;
2. 110-220 кВ;
3. 330-750 кВ;
4. 750-1150 кВ.

9. Электрические сети с напряжением 750-1150 относят:

1. к сетям федерального значения;
2. к сетям регионального значения;
3. к сетям районного значения;
4. к сетям местного значения.

10. К системообразующим сетям относят электрические сети со следующим напряжением:

1. 35-110 кВ;
2. 110-220 кВ;
3. 330-750 кВ;
4. 750-1150 кВ.

11. В странах СНГ сети > 1 кВ работают в следующем режиме:

1. изолированной нейтрали;
2. заземлённой наглухо нейтрали;
3. компенсированной нейтрали;
4. 1,2 варианты;

12. В электрических сетях на напряжение 30-35 кВ традиционно применяются следующие режимы нейтрали:

1. изолированный;
2. заземлённый наглухо;
3. компенсированный;
4. 1,2 варианты;

13. Распределительные сети < 1 кВ в основном выполняют:

1. двухпроводными;
2. трёхпроводными;
3. четырёхпроводными;
4. пятипроводными.

14. По условиям техники безопасности сети < 1 кВ целесообразно эксплуатировать в следующем режиме нейтрали:

1. заземлённая наглухо нейтраль;
2. изолированная нейтраль;
3. компенсированная нейтраль;
4. РЗН;

15. Устройством, реагирующим на потенциал заземляющих корпусов ЭО, сопротивления проводов относительно земли, называется:

1. автоматический выключатель;
2. автоматическое повторное включение (АПВ);
3. ограничитель перенапряжений нелинейный (ОПН);
4. устройство защитного отключения (УЗО);

16. По количеству параллельных цепей различают следующие ВЛ:

1. одноцепные, двухцепные;
2. одноцепные, двухцепные, трёхцепные;
3. одноцепные, двухцепные, многоцепные;
4. одноцепные, двухцепные, трёхцепные, многоцепные.

17. К многоцепным относятся ВЛ со следующим количеством параллельных цепей:

1. >1;
2. >2;
3. >3;
4. >4;

18. Приемник электрической энергии есть

1. Аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования тепловой энергии в электрическую энергию.

2. Аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

3. Аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования механической энергии в электрическую энергию.

4. Аппарат, агрегат и др., предназначенный для выработки электроэнергии

19. Допустимый перерыв электроснабжения электроприемников 2 категории

1. На время ввода резервного питания оперативным персоналом.

2. На время автоматического ввода резервного питания.

3. На время ремонта повреждения.

4. На время замены поврежденного оборудования.

20. Число часов использования максимума нагрузки это время, за которое потребитель работая

Со средней нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику.

2. Со среднеквадратичной нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику.

3. С минимальной нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику.

4. С максимальной нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику.

21. Активное сопротивление ВЛ определяется следующими конструктивными особенностями:

1. расстоянием между фарами и полюсами;

2. диаметром проводов и длиной линии;

3. расстоянием между фарами и полюсами, диаметром проводов и длиной линии;

4. расстоянием между фазами и полюсами, длиной линии.

22. Индуктивность и ёмкость ВЛ определяется следующими конструктивными особенностями:

1. расстоянием между фарами и полюсами;

2. диаметром проводов и длиной линии;

3. расстоянием между фарами и полюсами, диаметром проводов и длиной линии;

4. расстоянием между фазами и полюсами, длиной линии.

23. Ёмкость и индуктивность для ВЛ и КЛ обладает следующим соотношением:

1. ёмкость КЛ  $\ll$  ёмкости ВЛ, индуктивность КЛ  $\gg$  индуктивности ВЛ;

2. ёмкость КЛ  $\gg$  ёмкости ВЛ, индуктивность КЛ  $\gg$  индуктивности ВЛ;

3. ёмкость КЛ  $\gg$  ёмкости ВЛ, индуктивность КЛ  $\ll$  индуктивности ВЛ;

4. ёмкость КЛ << ёмкости ВЛ, индуктивность КЛ <<индуктивности ВЛ;

24. Индуктивное сопротивление ВЛ переменного тока:

1. обратно-пропорционально частоте;
2. прямо-пропорционально частоте;
3. пропорционально квадрату частоты;
4. обратно-пропорционально квадрату частоты;

25. Транспозиционные опоры ВЛ служат для

1. Обеспечения поворота ВЛ
2. Присоединения проводов к основной линии
3. Изменения расположения проводов на опоре
4. Осуществления перехода через естественные преграды и инженерные

сооружения

26. Потери электроэнергии измеряются в

1. кВт·ч
2. кВА·ч
3. кВА/ч
4. кВт·ч

27. Организационным мероприятием снижения потерь электроэнергии

является

1. Снижение уровня рабочего напряжения
2. Повышение уровня рабочего напряжения
3. Снижение номинального напряжения сети
4. Повышение номинального напряжения сети

28. ВЛ напряжением 110 кВ и выше длиной до 400 км при практических

расчетах электрических сетей представляются

1. Т-образной схемой
2. П-образной схемой
3. Y-образной схемой
4. Г-образной схемой

29. Минимальные сечения проводов ВЛ 110 кВ по условиям

ограничения потерь на корону:

1. 50 мм<sup>2</sup>.
2. 70 мм<sup>2</sup>.
3. 120 мм<sup>2</sup>.
4. 240 мм<sup>2</sup>.

30. Стальной трос в проводах АС необходим

1. Для передачи данных телемеханики.
2. Для заземления.
3. Для снижения удельного сопротивления провода.

4. Для повышения механической прочности провода.

31. Трансформаторы промышленных и городских подстанций на 10/0,4 кВ обеспечивают

1. Регулирование напряжения под нагрузкой.
2. Регулирование напряжения без возбуждения.
3. Вообще не регулируют напряжение.

4. Регулирование одновременно со стороны ВН под нагрузкой, а со стороны НН – без возбуждения.

32. Трансформаторы промышленных и городских подстанций на 110/10 кВ обеспечивают

1. Регулирование напряжения под нагрузкой.
2. Регулирование напряжения без возбуждения.
3. Вообще не регулируют напряжение.

4. Регулирование одновременно со стороны ВН под нагрузкой, а со стороны НН – без возбуждения.

33. Блочные трансформаторы электрических станций обеспечивают

1. Регулирование напряжения под нагрузкой.
2. Регулирование напряжения без возбуждения.
3. Вообще не регулируют напряжение.

4. Регулирование одновременно со стороны ВН под нагрузкой, а со стороны НН – без возбуждения.

Полный комплект тестов хранится на кафедре Электроэнергетики и электротехники.

### **Критерии оценки промежуточного тестирования**

Цель тестов – определение уровня усвоения студентами знаний по вопросам электроснабжения в соответствии с учебной программой при проведении промежуточной аттестации.

Содержание тестов. В соответствии с учебной рабочей программой тесты соответствуют разделам дисциплины «Производство и распределение электрической энергии электростанций»:

Раздел 1. Элементы электроэнергетической системы и их параметры.

Раздел 2. Режимы работы электроэнергетических систем.

Структура тестов. В каждом из указанных разделов выделяется по несколько тем, в соответствии с которыми формируются тесты. К каждому вопросу дается по четыре ответа, один из которых может быть правильным

или, наоборот, три вопроса могут быть верными и только один неправильный.

Условия применения. Для проверки знаний для промежуточной аттестации студент получает 5 вопросов. Каждый вопрос требует выбора правильного ответа, который оценивается в 2 балла. В итоге студент может набрать 10 баллов. Билеты формируются из вопросов по всем пройденным разделам курса. Проверка знаний на экзамене по этим билетам не производится.

Для ответа на все вопросы студенту предоставляется 20-25 минут.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Перечень типовых вопросов на зачет**

1. Технологическая схема производства электроэнергии. Энергетическая и электрическая системы.

2. Электрические сети и их классификация. Системообразующие, питающие, распределительные сети. Виды электроустановок и их номинальные данные.

3. Элементы конструкции электрических сетей. Конструкция воздушных линий, основные виды опор, стандарты на провода, расщепление проводов. Конструкция кабельных линий.

4. Схемы замещения воздушных линий. Определение параметров схем замещения воздушных линий.

5. Схемы замещения кабельных линий. Определение параметров схем замещения кабельных линий.

6. Схемы замещения двухобмоточных трансформаторов. Определение параметров схем замещения.

7. Схемы замещения трехобмоточных трансформаторов. Определение параметров схем замещения .

8. Схемы замещения и особенности работы автотрансформаторов. Параметры схемы замещения.

10. Представление источников и нагрузок при расчетах установившихся режимов электрических сетей. Статические характеристики нагрузок.

11. Графики нагрузок узлов электрической сети. Типовые графики. Суточный и годовые графики. Характеристики графиков нагрузок.

12. Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей. Точные и приближенные методы расчета потерь электроэнергии в сети с одним и несколькими нагрузочными узлами.

13. Падение и потеря напряжения. Векторные диаграммы токов и напряжений участка сети.

14. Векторные диаграммы токов и напряжений разветвленной электрической сети с числом узлов не менее двух.

15. Балансы мощности и энергии в электроэнергетических системах. Связь балансов мощностей с параметрами качества.

16. Способы и средства регулирования частоты. Первичное и вторичное регулирование частоты.

17. Выбор частотоведущих станций. Регулирование частоты в аварийных режимах по методу частотоведущих станций.

18. Регулирование частоты и сохранение баланса мощности в электроэнергетической системе с помощью автоматической частотной разгрузки.

19. Способы и средства регулирования напряжения. Местное и централизованное регулирование напряжения.

20. Местное и централизованное регулирование напряжения. Проверка допустимости централизованного регулирования.

21. Способы и средства регулирования напряжения. Устройства РПН и ПБВ Регулирование напряжения с помощью РПН на трансформаторах.

22. Устройства РПН и ПБВ. Выбор рациональных отпаек РПН на двух, трехобмоточных трансформаторах и автотрансформаторах.

23. Способы и средства регулирования напряжения. Регулирование напряжения с помощью компенсирующих устройств. Выбор мощности компенсирующих устройств по критерию качества.

24. Регулирование напряжения с помощью компенсирующих устройств. Виды компенсирующих устройств, регулирование их мощности.

25. Способы и средства регулирования напряжения. Регулирование напряжения изменением параметров сети. Продольная и поперечная компенсация параметров сети.

26. Способы и средства регулирования напряжения. Продольное и поперечное регулирование. Линейные регуляторы и вольтодобавочные трансформаторы.

27. Способы и средства регулирования напряжения. Сопоставление методов и средств регулирования напряжения по техническим и экономическим показателям.

**Критерии выставления оценки студенту на зачете  
по дисциплине «Производство и распределение электрической  
энергии электростанций»**

<b>Баллы (рейтингово й оценки)</b>	<b>Оценка экзамена (стандартная)</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b> <i>Дописать оценку в соответствии с компетенциями.</i> <i>Привязать к дисциплине</i>
100 - 61	«зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он имеет достаточные знания основного материала, знает схемы электроэнергетических систем и сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи, умеет эксплуатировать и производить расчет и выбор электрического оборудования электроэнергетических систем; владеет методами расчета параметров энергетических устройств и электроэнергетических систем и сетей
60 и менее	«не зачтено»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в определениях, с большими затруднениями параметров энергетических устройств и электроэнергетических систем и сетей. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.