

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.08.2024 16:02:01
Уникальный программный ключ:
cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfa10e301

Шифр ОПОП: 2014.13.03.02.01

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»**

Год начала подготовки (по учебному плану): 2020
(год набора)

Шифр дисциплины: Б1.В.08
(шифр дисциплины из учебного плана)

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Электроэнергетические системы и сети

(полное наименование дисциплины (модуля), в строгом соответствии с учебным планом)

Новосибирск

Составитель:

профессор

(должность)

кафедры Электроэнергетических систем и электротехники

(наименование кафедры)

Е.В. Иванова

(И.О.Фамилия)

Одобрена:

Ученым советом

Электромеханического факультета

(наименование факультета, реализующего образовательную программу)

Протокол № _____ от « _____ » _____ 20 _____ г.

число

месяц

год

Председатель совета

Е.А. Григорьев

(И.О.Фамилия)

На заседании кафедры _____ Электроэнергетических систем и электротехники

(наименование кафедры)

Протокол № _____ от « _____ » _____ 20 _____ г.

число

месяц

год

Заведующий кафедрой

Е.В.Иванова

(И.О.Фамилия)

Согласована:

Руководитель _____ рабочей группы по разработке ОПОП по направлению 13.03.02

(наименование коллектива разработчиков по направлению подготовки / специальности)

«Электроэнергетика и электротехника»

Д.Т.Н.

(ученая степень)

Е.В. Иванова

(И.О.Фамилия)

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Цели дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» является формирование знаний, умений и навыков в области конструктивного выполнения, расчета режимов работы, проектирования и регулирования параметров электроэнергетических систем и сетей в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования, мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях. Подготовка студентов к самостоятельной работе по проектированию и расчету режимов работы электрических сетей в условиях реального производства при работе в электрических сетях энергосистем.

1.2. Перечень формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающегося должны сформироваться следующие компетенции, выраженные через результат обучения по дисциплине (модулю), как часть результата освоения образовательной программы:

1.2.1. Универсальные компетенции (ОК):

Дисциплина не формирует универсальные компетенции.

1.2.2. Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Дисциплина не формирует общепрофессиональные компетенции.

1.2.3. Профессиональные компетенции (ПК):

| Компетенция | | Этапы формирования компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|-------------|--|--------------------------------|---|
| Шифр | Содержание | | |
| ПК-2 | <i>Способен строить физические и математические модели электрооборудования, схем, устройств и электротехнических установок различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</i> | I- III | Знать: Основные математические соотношения, характеризующие работу электроэнергетических систем, векторные диаграммы; Уметь: Моделировать и анализировать установившиеся режимы работы электрических сетей; Владеть: Знаниями для постановки задач расчета и анализа установившихся режимов в электрических сетях и си- |

| Компетенция | | Этапы формирования компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|-------------|---|--------------------------------|---|
| Шифр | Содержание | | |
| | | | стемах; Методами анализа режимов работы электроэнергетических систем |
| ПК-3 | <i>Способен участвовать в проектировании энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативными документами, разработке и сопровождении технической документации</i> | I-III | Знать: Технические, энергоэффективные и технологические требования, предъявляемые при проектировании электрических сетей Уметь: Использовать различные методы и средства при проектировании электрических сетей Владеть: Методами проектирования электрических сетей в соответствии с техническим заданием; Разрабатывать мероприятия по снижению потерь энергии в электрических сетях |
| ПК-4 | <i>Способен обеспечивать расчёт, требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса работы по заданной методике электроэнергетических систем и сетей, электрических станций и подстанций в соответствии с нормативными документами</i> | I-III | Знать: Схемы электроэнергетических систем, сетей и подстанций, параметры и режимы основного оборудования электрических сетей и подстанций. Уметь: Использовать современную вычислительную технику для анализа режимов и эксплуатации электрических систем и сетей. Владеть: Методами и методиками выбора и проверки основного оборудования электрических сетей. |

1.2.4. Профессиональные компетенции специализации (ПКС):

Дисциплина не формирует компетенции специализации.

1.2.5. Компетентности МК ПДНВ (КМК):

Дисциплина не формирует компетентности МК ПДНВ.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) реализуется в рамках вариативной части
(базовой, вариативной или факультативной)

основной профессиональной образовательной программы.

3 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Для очной формы обучения:
(очной, заочной)

| Формы контроля | | | | | | Всего часов | | | | | Всего з.е. | | Курс 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|------------------|------------------|-----------------|-----|-------------|----------|-------------------|----|----------|------------|------|-----------|-----|----|-----|----|-----------|------|-----|-----|----|-----|----|----------|------|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | По з.е. | По плану | в том числе | | | | | Семестр 5 | | | | | Семестр 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Экзамены | Зачеты | Зачеты с оценкой | Курсовые проекты | Курсовые работы | РГР | | | Контактная работа | СР | Контроль | Экспертное | Факт | Лек | Лаб | Пр | КСР | СР | Контроль | з.е. | Лек | Лаб | Пр | КСР | СР | Контроль | з.е. | | | | | | | |
| 5 | 6 | | | 6 | | 216 | 216 | 114 | 66 | 36 | 6 | 6 | 30 | | 15 | | 27 | 36 | 3 | 30 | 15 | 15 | 9 | 39 | | 3 | | | | | | | |
| в том числе тренажерная подготовка: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Для заочной формы обучения:
(очной, заочной)

| Формы контроля | | | | | | Всего часов | | | | | Всего з.е. | | Курс 4 | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|------------------|------------------|-----------------|----|-------------|----------|-------------------|-----|----------|------------|---|------------|------|-----|-----|-----|-----|----|----------|------|--|--|--|
| | | | | | | По з.е. | По плану | в том числе | | | | | Экспертное | Факт | Лек | Лаб | Пр | КСР | СР | Контроль | з.е. | | | |
| Экзамены | Зачеты | Зачеты с оценкой | Курсовые проекты | Курсовые работы | КР | | | Контактная работа | СР | Контроль | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | 4 | | 216 | 216 | 30 | 168 | 18 | 6 | 6 | 12 | 6 | 8 | 4 | 168 | 18 | 6 | | | | | |
| в том числе тренажерная подготовка: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоёмкость по видам учебных занятий (в академических часах):

| № | Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля) | Лекции | | ПЗ | | ЛР | | СР | |
|---|---|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|------------|
| | | О | З | О | З | О | З | О | З |
| <i>5, 6 семестр – очная форма обучения; 4 курс – заочная форма обучения</i> | | | | | | | | | |
| 1 | Тема 1. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы | 14 | 1,5 | 14 | 2 | 3 | 2 | 13 | 34 |
| 2 | Тема 2. Расчёт режимов электрических сетей | 16 | 1,5 | 16 | 2 | 4 | 4 | 13 | 34 |
| 3 | Тема 3. Анализ режимов работы электрических систем | 12 | 2 | 12 | 1 | 2 | | 13 | 34 |
| 4 | Тема 4. Качество электрической энергии и его обеспечение | 6 | 1 | 6 | 1 | 2 | | 14 | 34 |
| 5 | Тема 5. Мероприятия по снижению потерь активной мощности и энергии в электрических системах | 12 | 2 | 12 | 2 | 4 | | 13 | 32 |
| | ВСЕГО | 60 | 12 | 30 | 8 | 15 | 6 | 66 | 168 |

Примечания: О – очная форма обучения, З – заочная форма обучения.

4.2. Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы [1,2]

Общие задачи электроэнергетики. Перспективы и основные проблемы развития и эксплуатации электроэнергетики. Энергетическая и электрическая система. Технико-экономические преимущества создания энергосистем и их объединений. Электрические сети и их классификация. Системообразующие, питающие и распределительные электрические сети, их место и роль в электрических системах. Виды электроустановок и их номинальные параметры. Основные задачи расчётов электрических сетей. Схемы замещения воздушных и кабельных линий, определение параметров схем замещения. Линии с расщеплёнными проводами. Потери мощности в линиях. Потери мощности на корону.

Схемы замещения двух и трёхобмоточных трансформаторов. Особенности работы автотрансформаторов, их схемы замещения. Потери мощности в трансформаторах.

Статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте, их аппроксимация при расчётах на ЭВМ. Задание нагрузок и источников при расчёте установившихся режимов.

Тема 2. Расчёт режимов электрических сетей [1,2]

Расчетные нагрузки подстанции, расчёт режима разомкнутых сетей (по данным «конца» и «начала»). Задачи расчёта режимов линий электропередачи (ЛЭП) и электрических сетей. Векторная диаграмма токов и напряжений ЛЭП. Падение и потеря напряжения в элементах электрической сети. Электрический расчёт ЛЭП по току и мощности нагрузки. Анализ режимов работы линий с помощью векторных диаграмм

Электрические расчёты сети с несколькими номинальными напряжениями. Расчёт ЛЭП с учётом трансформаторов. Совместный расчёт сетей нескольких номинальных напряжений. Частные случаи расчёта распределительных электрических сетей.

Методы расчёта режима простых замкнутых сетей. Расчёты простых замкнутых сетей и линий с двухсторонним питанием. Правило моментов. Метод точки потокораздела и метод уравнивающего потока.

Тема 3. Анализ режимов работы электрических систем [1,2]

Баланс активных и реактивных мощностей в электрической системе и их связь с частотой и напряжением. Баланс активной мощности и его связь с частотой электроэнергии в системах. Регулирование частоты вращения турбины в электрической системе. Понятие об оптимальном распределении активной мощности. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Регулирующий эффект нагрузки, потребители реактивной мощности.

Выработка и компенсация реактивной мощности. Компенсирующие устройства: статические конденсаторы и синхронные компенсаторы. Расстановка компенсирующих устройств. Применение оптимизации и системного подхода при компенсации реактивной мощности.

Задачи и методы проектирования энергетических систем и электрических сетей. Техничко-экономические показатели. Техничко-экономическое сравнение вариантов сети. Выбор номинального напряжения. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока, по допустимой потере напряжения. Выбор и аппаратов, защищающих сеть от перегрева.

Линии электропередачи сверхвысокого напряжения. Общая характеристика. Зависимость напряжения и передаваемой мощности от длины линии. Повышение пропускной способности линии. Линии постоянного тока.

Тема 4. Качество электрической энергии и его обеспечение [1,2]

Показатели качества электроэнергии и их влияние на работу потребителей. Показатели качества электроэнергии. Причины нарушения качества электроэнергии. Влияние на режимы работы.

Методы и способы регулирования напряжения в электрических сетях. Трансформаторы и автотрансформаторы с регулированием коэффициента трансформации под нагрузкой, последовательные регулировочные трансформа-

торы, линейные регуляторы и их применение для регулирования напряжения. Регулирование напряжения компенсацией сопротивления и реактивной мощности. Выбор мощности компенсирующих устройств из условия обеспечения допустимых уровней напряжения. Сравнение способов регулирования напряжения.

Тема 5. Мероприятия по снижению потерь активной мощности и энергии в электрических системах [1,2]

Методы расчёта потерь электроэнергии. Потери электроэнергии в линиях и трансформаторах, их определение по графикам нагрузок и времени наибольших потерь. Методы расчёта потерь электроэнергии. Методы уменьшения потерь мощности в электрических сетях оптимизация режимов.

Классификация мероприятий по снижению потерь электроэнергии. Оптимальное размещение компенсирующих устройств. Оптимальное распределение потоков мощности в разомкнутых и замкнутых сетях.

Оптимизация режимов электроэнергетических систем и электрических сетей. Задачи оптимизации. Оптимизация режима питающей сети по напряжению, реактивной мощности и коэффициентам трансформации. Её связь с комплексной оптимизацией режима.

4.3. Содержание лабораторных работ [3]

| № раздела (темы) дисциплины | Наименование лабораторных работ или деловых игр |
|---|--|
| <i>5,6 семестр – очная форма обучения; 4 курс – заочная форма обучения</i> | |
| Тема 1. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы | Натурное моделирование установившегося режима работы фазы электрической сети с односторонним питанием. |
| Тема 2. Расчёт режимов электрических сетей | Расчет режимов максимальных нагрузок и баланс реактивной мощности |
| Тема 3. Анализ режимов работы электрических систем | Натурное моделирование установившегося режима работы фазы электрической сети с двусторонним питанием. |
| Тема 4. Качество электрической энергии и его обеспечение | Натурное моделирование установившегося режима работы трехфазной электрической сети с односторонним питанием. |
| Тема 5. Мероприятия по снижению потерь активной мощности и энергии в электрических системах | Регулирование напряжения изменением возбуждения синхронного генератора |

4.4. Содержание практических занятий [1,2]

| № раздела (темы) дисциплины | Наименование практических занятий, семинаров |
|---|--|
| <i>6 семестр – очная форма обучения; 4 курс – заочная форма обучения</i> | |
| Тема 1. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы | Расчет и анализ параметров схем замещения воздушных и кабельных линий электропередачи |
| | Двухобмоточные трансформаторы в электрических сетях |
| | Трехобмоточные трансформаторы и автотрансформаторы в схемах электроэнергетических систем |
| Тема 2. Расчёт режимов электрических сетей | Расчёт установившегося режима линии электропередачи при различных способах задания исходных данных |
| | Расчёт электрического режима сети, содержащей различные номинальные напряжения |
| | Расчёт установившегося режима замкнутой электрической сети |
| Тема 3. Анализ режимов работы электрических систем | Выбор компенсирующих устройств |
| Тема 4. Качество электрической энергии и его обеспечение | Регулирование напряжения в электрических сетях |
| Тема 5. Мероприятия по снижению потерь активной мощности и энергии в электрических системах | Определение потерь мощности и энергии в элементах электрических сетей |

4.5. Курсовая работа [1,2,4-9]

Предусмотрена курсовая работа на тему: «Разработка проекта районной электрической сети».

Содержанием курсовой работы является разработка проекта районной электрической сети напряжением $35 \div 220$ кВ, осуществляющей электроснабжение пяти потребителей электроэнергии от одного – двух источников питания (ИП). Источниками являются электростанции или узловые подстанции энергосистемы.

Задания выполняются с кратким изложением основных положений и анализом полученных результатов. Схемы и графики должны быть выполнены в соответствии с правилами, принятыми в литературе и с соблюдением ГОСТа на обозначения в электрических схемах и чертежах.

В курсовой работе должны быть разработаны разделы:

| № раздела (темы) | Работы, выполняемые по курсовому | Объём, стр. | Часы |
|------------------|----------------------------------|-------------|------|
|------------------|----------------------------------|-------------|------|

| дисциплины | проектированию | графическая часть | текстовая часть | |
|---|--|-------------------|---------------------|----|
| Тема 1. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы | Составление вариантов сооружения сети и выбор из них двух – трех конкурентно способных для детальной проработки; | 2-5 | 3-5 | 4 |
| Тема 2. Расчёт режимов электрических сетей | Выбор количества параллельных линий, сечений проводов; | | 4-6 | 4 |
| Тема 3. Анализ режимов работы электрических систем | Выбор типа, количества и мощности трансформаторов на подстанциях; | | 3-7 | 6 |
| Тема 4. Качество электрической энергии и его обеспечение | Определение параметров схемы замещения сети и ее расчет в режиме максимальных нагрузок, определение потерь электроэнергии; | | 3-5 | 2 |
| Тема 5. Мероприятия по снижению потерь активной мощности и энергии в электрических системах | Сопоставление вариантов проектируемой электрической сети по основным технико-экономическим показателям. | | 2-7 | 4 |
| ВСЕГО | | 2-5 формата А4 | 15-30 формата А4 | 20 |

4.6. Самостоятельная работа. Контроль самостоятельной работы [1-11]

В самостоятельную работу обучающихся входит подготовка к лекционным и практическим занятиям путём изучения соответствующего теоретического материала, оформления отчётов по результатам лабораторных занятий, а также подготовка к демонстрации сформированности всех этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля).

Текущий контроль самостоятельной работы обучающихся осуществляется в ходе практических и лабораторных занятий, а также при проведении индивидуальных и групповых консультаций.

Итоговый контроль освоения всех этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля), включает оценку самостоятельной проработки лекционного материала в виде анализ результатов практических занятий и защиты курсовой работы.

5 Фонд оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля)

| Контролируемая компетенция | Этапы формирования компетенции | Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля) | Наименование оценочного средства |
|----------------------------|--------------------------------|---|---|
| ПК-2 | I- Формирование знаний | Тема 1. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы | Экзамен Контрольный тест |
| | | Тема 2. Расчёт режимов электрических сетей | |
| | | Тема 4. Качество электрической энергии и его обеспечение | |
| | II- Формирование способностей | Тема 1. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы | Комплект практических заданий |
| | | Тема 2. Расчёт режимов электрических сетей | |
| | | Тема 3. Анализ режимов работы электрических систем | |
| | | Тема 4. Качество электрической энергии и его обеспечение | |
| | | Тема 5. Мероприятия по снижению потерь активной мощности и энергии в электрических системах | |
| | III – Интеграция способностей | Тема 3. Анализ режимов работы электрических систем | Отчет по лабораторной работе Курсовая работа |
| | | Тема 2. Расчёт режимов электрических сетей | |
| | | Тема 4. Качество электрической энергии и его обеспечение | |
| | | Тема 5. Мероприятия по снижению потерь активной мощности и энергии в электрических системах | |
| ПК-3 ПК-4 | I- Формирование знаний | Тема 1. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы | Экзамен Контрольный тест |
| | | Тема 2. Расчёт режимов электрических сетей | |
| | | Тема 3. Анализ режимов работы электрических систем | |
| | | Тема 4. Качество электрической энергии и его обеспечение | |
| | | Тема 5. Мероприятия по снижению потерь активной мощности и энергии в электрических системах | |
| | II- Формирование способностей | Тема 1. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы | Комплект практических заданий |

| Контролируемая компетенция | Этапы формирования компетенции | Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля) | Наименование оценочного средства |
|----------------------------|--------------------------------|---|---|
| | стей | Тема 2. Расчёт режимов электрических сетей | |
| | | Тема 3. Анализ режимов работы электрических систем | |
| | | Тема 4. Качество электрической энергии и его обеспечение | |
| | | Тема 5. Мероприятия по снижению потерь активной мощности и энергии в электрических системах | |
| | III- Интеграция способностей | Тема 3. Анализ режимов работы электрических систем | Курсовая работа Отчет по лабораторной работе |
| | | Тема 4. Качество электрической энергии и его обеспечение | |
| | | Тема 5. Мероприятия по снижению потерь активной мощности и энергии в электрических системах | |

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Шифр компетенции | Этапы формирования компетенции | Наименование оценочного средства | Показатели оценивания | Критерии оценивания | Шкала оценивания |
|------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|---|--|
| ПК-2 | I- Формирование знаний | Экзамен | Итоговый балл | Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции « освоен ». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции « не освоен ». | Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично). |

| Шифр компетенции | Этапы формирования компетенции | Наименование оценочного средства | Показатели оценивания | Критерии оценивания | Шкала оценивания |
|------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|---|--|
| | II- Формирование способностей | Комплект практических заданий | Итоговый балл | Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» . | Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена» |
| | III- Интеграция способностей | Отчеты по лабораторным работам | Итоговый балл | Итоговая оценка «зачтено» для всех лабораторных работ данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» . | Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена» |
| | | Курсовая работа | Итоговый балл | Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа | Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично). |

| Шифр компетенции | Этапы формирования компетенции | Наименование оценочного средства | Показатели оценивания | Критерии оценивания | Шкала оценивания |
|------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|---|--|
| | | | | формирования компетенции «не освоен». | |
| ПК-3 ПК-4 | I- Формирование знаний | Экзамен | Итоговый балл | Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен». | Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично). |
| | II- Формирование способностей | Комплект практических заданий | Итоговый балл | Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено». Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено». | Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена» |
| | III- Интеграция способностей | Отчеты по лабораторным работам | Итоговый балл | Итоговая оценка «зачтено» для всех лабораторных работ данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено». | Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена» |

| Шифр компетенции | Этапы формирования компетенции | Наименование оценочного средства | Показатели оценивания | Критерии оценивания | Шкала оценивания |
|------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|--|
| | | | | Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» . | |
| | | Курсовая работа | Итоговый балл | Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоено» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоено» . | Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично). |

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.3.1 Компетенция ПК-2 «Способен строить физические и математические модели электрооборудования, схем, устройств и электротехнических установок различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования»

Этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к экзамену по дисциплине:

1. Электроэнергетические системы и электрические сети.
2. Схема замещения воздушных и кабельных линий.
3. Параметры схемы замещения автотрансформаторов.

4. Параметры схемы замещения двухобмоточных трансформаторов.
5. Параметры схемы замещения трехобмоточных трансформаторов.
6. Конструкции линий электрических сетей
7. Статические характеристики нагрузок потребителей
8. Генераторы в схемах замещения.

Этап II - Формирование способностей

Практическое занятие: «Расчет и анализ параметров схем замещения воздушных и кабельных линий электропередачи».

Практическое задание выполняется каждым обучающимся с последующим коллективным обсуждением.

Задания на практикум:

- 1 Требуется определить погонные параметры кабельной линии.
- 2 Определить потребность в проводе.
- 3 Определить активное и индуктивное сопротивления ВЛ.
- 4 Определить и сопоставить параметры схем замещения кабельной и воздушной линий электропередачи.

Практическое занятие: «Двухобмоточные трансформаторы в электрических сетях».

Практическое задание выполняется каждым обучающимся с последующим коллективным обсуждением.

Задания на практикум:

- 1 Определить параметры схемы замещения силового трёхфазного двухобмоточного трансформатора.
- 2 Определить и сравнить параметры схем замещения двух трансформаторов.
- 3 Определить параметры схемы замещения двух параллельно включённых двухобмоточных трансформаторов.

Практическое занятие: «Трёхобмоточные трансформаторы и автотрансформаторы в схемах электроэнергетических систем»

Практическое задание выполняется каждым обучающимся с последующим коллективным обсуждением.

Задания на практикум:

- 1 Определить параметры схемы замещения силового трёхобмоточного трансформатора.
- 2 Определить и сравнить параметры схем замещения двух трехобмоточных трансформаторов.
- 3 Определить параметры схемы замещения двух параллельно включённых автотрансформаторов.

Этап III- Интеграция способностей

Лабораторная работа

1 *Натурное моделирование установившегося режима работы фазы электрической сети с односторонним питанием.*

Лабораторная работа выполняется бригадой обучающихся с последующим оформлением отчета по лабораторной работе. Защита лабораторной работы организована как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Защита лабораторной работы рассчитана на выяснение объема знаний, умений и практического применения знаний к конкретной ситуации, проблеме. Контрольные вопросы к защите лабораторной работы находятся в методических указаниях по лабораторному практикуму.

5.3.2. Компетенция ПК-3 «Способен участвовать в проектировании энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативными документами, разработке и сопровождении технической документации»

Этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к экзамену по дисциплине:

- 1 Провода ВЛ
- 2 Опоры ВЛ
- 3 Изоляторы и линейная арматура
- 4 Конструкция кабелей и кабельные линии
- 5 Токопроводы и внутренние электрические сети
- 6 Расчет сети с разными номинальными напряжениями
- 7 Задачи проектирования энергетических систем и электрических сетей
- 8 Методы проектирования энергетических систем и электрических сетей
- 9 Технико- экономическое сравнение вариантов сети
- 10 Выбор сечения проводов и кабелей
- 11 Выбор аппаратов, защищающих сеть от перегрева
- 12 Схемы электрических сетей
- 13 Методы расчета потерь электроэнергии
- 14 Задачи оптимизации текущих режимов электроэнергетических систем и электрических сетей
- 15 Оптимальное распределение потоков мощности в замкнутых контурах электрической сети
- 16 Оптимизация распределения активной мощности между тепловыми электростанциями
- 17 Комплексная оптимизация режима электроэнергетической системы

Этап II - Формирование способностей

Практическое занятие: «Расчёт установившегося режима линии электропередачи при различных способах задания исходных данных»

Практическое задание выполняется каждым обучающимся с последующим коллективным обсуждением.

Задания на практикум:

- 1 Выполнить расчёт установившегося режима сети

Практическое занятие: «Расчёт электрического режима сети, содержащей различные номинальные напряжения»

Практическое задание выполняется каждым обучающимся с последующим коллективным обсуждением.

Задания на практикум:

- 1 Рассчитать рабочие режимы сети двух номинальных напряжений, участки которой связаны между собой посредством трансформатора

Практическое занятие: «Расчёт установившегося режима замкнутой электрической сети»

Практическое задание выполняется каждым обучающимся с последующим коллективным обсуждением.

Задания на практикум:

- 1 Определить параметры установившегося электрического режима сети с двусторонним питанием.
- 2 Распределение потоков мощности в замкнутой цепи.

Этап III- Интеграция способностей

Лабораторные работы:

2 *Натурное моделирование установившегося режима работы трехфазной электрической сети с односторонним питанием.*

3 *Натурное моделирование установившегося режима работы фазы электрической сети с двусторонним питанием.*

Лабораторная работа выполняется бригадой обучающихся с последующим оформлением отчета по лабораторной работе. Защита лабораторной работы организована как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Защита лабораторной работы рассчитана на выяснение объема знаний, умений и практического применения знаний к конкретной ситуации, проблеме. Контрольные вопросы к защите лабораторной работы находятся в методических указаниях по лабораторному практикуму.

5.3.3 Компетенция ПК- 4 «Способен обеспечивать расчёт, требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса работы по заданной методике электроэнергетических систем и сетей, электрических станций и подстанций в соответствии с нормативными документами»

Этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к экзамену по дисциплине:

- 1 Статические характеристики нагрузок потребителей.
- 2 Задание нагрузок при расчете режимов электрических сетей и систем
- 3 Расчет режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки
- 4 Расчет режима линии электропередачи при заданной мощности нагрузки
- 5 Падение и потеря напряжения в линии
- 6 Расчет сети из двух линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце линий
- 7 Расчет разомкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжения источника питания
- 8 Расчетные нагрузки подстанции
- 9 Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанции
- 10 Определение наибольшей потери напряжения
- 11 Распределение потоков мощности и напряжений в простых замкнутых сетях
- 12 Зависимость напряжения и передаваемой мощности от длины линии
- 13 Повышение пропускной способности линии
- 14 Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением
- 15 Регулирующий эффект нагрузки
- 16 Способы регулирования напряжения в электрических сетях
- 17 Методы регулирования напряжения
- 18 Встречное регулирование напряжения
- 19 Регулирование напряжения на электростанциях
- 20 Регулирование напряжения на понижающих подстанциях
- 21 Регулирование напряжения изменением сопротивления сети
- 22 Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности
- 23 Расчет допустимых и оптимальных режимов
- 24 Баланс активной мощности и его связь с частотой
- 25 Регулирование частоты в электроэнергетической системе
- 26 Понятие об оптимальном распределении активных мощностей
- 27 Выработка реактивной мощности на электростанциях
- 28 Компенсация реактивной мощности (продольная и поперечная)
- 29 Компенсирующие устройства. Расстановка компенсирующих устройств
- 30 Применение оптимизации и системного подхода при компенсации реактивной мощности
- 31 Показатели качества электрической энергии
- 32 Сравнение способ регулирования напряжения в электрических сетях
- 33 Несимметрия в электрических сетях и мероприятия по ее снижению

34 Несинусоидальность в электроэнергетических системах и мероприятия по ее снижению

35 Методы уменьшения потерь мощности в питающих сетях

36 Методы уменьшения потерь мощности и электроэнергии в распределительных сетях

37 Методы уменьшения потерь мощности и электроэнергии в системах электроснабжения

38 Мероприятия по изменению сети с целью снижения потерь электроэнергии

Этап II-Формирование способностей

Практическое занятие: «Выбор компенсирующих устройств»

Задание на практикум:

1 Выбрать компенсирующие устройства, определив их мощность и схемы размещения.

Практическое занятие: «Регулирование напряжения в электрических сетях».

Задание на практикум:

1 Определить возможность централизованного регулирования напряжения в узле.

2 Выбрать рациональную отпайку РПН трансформатора.

Практическое занятие: «Определение потерь мощности и энергии в элементах электрических сетей».

Задание на практикум:

1 Определить потери мощности и годовые потери электроэнергии для сети.

2 Определить потери энергии за год в трансформаторах.

Практическое занятие: «Оптимизация режимов электроэнергетических систем и электрических сетей»

Задание на практикум:

1 Определить оптимальные значения мощности источника реактивной мощности, модуля и фазы напряжения в узле, соответствующие минимуму активных потерь в сети.

Практическое задание выполняется каждым обучающимся с последующим коллективным обсуждением.

Этап III- Интеграция способностей

Лабораторные работы:

1 Регулирование напряжения изменением возбуждения синхронного генератора.

2 Расчет режимов максимальных нагрузок и баланс реактивной мощности.

Лабораторная работа выполняется бригадой обучающихся с последующим оформлением отчета по лабораторной работе. Защита лабораторной работы организована как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Защита лабораторной работы рассчитана на выяснение объема знаний, умений и практического применения знаний к конкретной ситуации, проблеме. Контрольные вопросы к защите лабораторной работы находятся в методических указаниях по лабораторному практикуму.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

5.4.2. Методика оценки комплекта практических заданий по дисциплине

Комплект практических заданий по дисциплине направлен на оценку умений и навыков, характеризующих освоение компетенции.

При проведении практикума оценивается достижение обучающимся целей, поставленных в работе в соответствии с заданием. Оценка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если он достиг всех целей, поставленных в работе, выполнил все задания по теме занятия, оформил их соответствующим образом, смог правильно ответить при необходимости на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

Оценка **«не зачтено»** выставляется обучающемуся, если он не выполнил или не предоставил все задания по теме занятия, не смог правильно ответить на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

5.4.3. Методика оценки лабораторных работ по дисциплине

Комплект лабораторных работ по дисциплине направлен на оценку умений и навыков, характеризующих освоение компетенций.

В комплект входят лабораторные работы, каждая из которых оценивается критерием **«зачтено»** или **«не зачтено»**. Условиями сформированности всех предусмотренных этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля) является выполнение всех лабораторных работ, соответствующих данному этапу компетенции, на оценку **«зачтено»**.

Оценка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, правильно оформлен отчет по лабораторной работе. Обучающийся понимает содержание выполненной работы (знает определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.), владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории,

формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.

Оценка **«не зачтено»** выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, но он не владеет теоретическим материалом, допускает грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, не способен ответить на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

5.4.4 Методика оценки курсовой работы по дисциплине

Оценка **«отлично»** ставится обучающемуся, который в срок, в полном объеме в соответствии с заданием выполнил курсовую работу. При защите и написании работы обучающийся продемонстрировал навыки и умения, формируемые в результате освоения компетенции. Тема, заявленная в работе раскрыта полностью, все выводы обучающегося подтверждены материалами исследования и расчетами. Отчет подготовлен в соответствии с предъявляемыми требованиями. В ходе защиты обучающийся демонстрирует необходимый уровень сформированности всех предусмотренных этапов компетенций, дает четкие ответы на поставленные вопросы, свободно владеет понятийным аппаратом.

Оценка **«хорошо»** ставится обучающемуся, который выполнил курсовую работу, но с незначительными замечаниями (описки, грамматические ошибки и т.д.). Тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер, практические материалы обработаны не полностью. В ходе защиты демонстрирует сформированные на достаточном уровне знания, умения и навыки, указанных в рабочей программе этапов освоения компетенции, допускает не принципиальные неточности при ответах на вопросы.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится обучающемуся, который допустил просчеты и ошибки в работе, не полностью раскрыл заявленную тему, сделал поверхностные выводы, слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками. При защите демонстрирует не до конца сформированные этапы компетенции и знания только основного материала, допускает ошибки принципиального характера при ответах на вопросы.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится обучающемуся, который не выполнил курсовую работу, либо выполнил с грубыми нарушениями требований, не раскрыл заявленную тему, не выполнил практической части работы.

5.4.6 Методика оценки экзамена по дисциплине

Экзамен по дисциплине содержит теоретическую часть, направленную на оценку знаний и практическую часть, направленную на оценку умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенции. Экзаменационный билет содержит два вопроса, охватывающих основные понятия, изучаемые в дисциплине и задачу. Экзамен проводится в письменном виде (задача) и устной форме - ответы на вопросы. После получения экзаменационного билета обуча-

ющемуся представляется 60 минут для решения задачи и подготовки к ответам на вопросы билета.

Оценка за экзамен выставляется с учетом результатов выполнения теоретической и практической частей в соответствии с приведенными ниже требованиями.

Критерии оценки экзамена по дисциплине

| Итоговый балл за экзамен | Процент правильных заданий теоретической части экзамена | Требования к результатам практической части экзамена |
|---------------------------------|--|--|
| 5 (отлично) | Обучающийся дает правильные ответы на 2 вопроса, свободно владеет понятийным аппаратом | Решение задачи выполнено в полном объеме и без ошибок |
| 4 (хорошо) | Правильный ответ на 1 вопрос и при ответе на 2-ой вопрос обучающийся допускает ошибки принципиального характера, демонстрирует не до конца сформированные компетенции или при ответе на оба вопроса обучающийся допускает неприципиальные неточности при изложении ответов | Решение задачи выполнено в полном объеме, но с ошибками не влияющими на алгоритм расчета |
| 3 (удовлетворительно) | При ответе на оба вопроса обучающийся допускает ошибки принципиального характера, демонстрирует не до конца сформированные компетенции | Решение задачи выполнено в неполном объеме |
| 2 (неудовлетворительно) | все остальные случаи | все остальные случаи |

В спорных случаях преподаватель вправе задавать уточняющие вопросы и давать дополнительные практические задания.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная учебная литература

1. Лыкин, А.В. Электроэнергетические системы и сети : учебник для вузов / А.В. Лыкин. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 360 с. — (Серия : Университеты России). — Режим доступа: <https://biblionline.ru/book/0708239C-0BAF-4AB2-9959-ED70AFE42F7E>. - Загл. с экрана

б) дополнительная учебная литература

2. Поспелов, Г.Е. Электрические системы и сети [Текст] : учебник / Г.Е. Поспелов, В.Т. Федин, П.В. Лычев. - Минск : Технопринт, 2004. - 720 с. : ил. - На обл. загл. Электрические системы и цепи [т.е. Электрические системы и сети].

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

3. Иванова, Е.В. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» [Электронный ресурс] / Е.В. Иванова. – Новосибирск : СГУВТ, 2017. – 5с. – Режим доступа: <http://www.ssuwt.ru/education/uchebnye-plany-rabochie-programmy-i-drugie-dokumenty/>. – Загл. с экрана. (раздел «Методические и иные документы»)

4. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» [Электронный ресурс] / Иванова Е.В. – СГУВТ, 2017. – Режим доступа: <http://www.ssuwt.ru/education/uchebnye-plany-rabochie-programmy-i-drugie-dokumenty/>. – Загл. с экрана. (раздел «Методические и иные документы»)

5. Иванова, Е.В. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся [Электронный ресурс] / Сальников В.Г. – СГУВТ, 2017. – Режим доступа: <http://www.ssuwt.ru/education/uchebnye-plany-rabochie-programmy-i-drugie-dokumenty/>. – Загл. с экрана. (раздел «Методические и иные документы»)

8. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Справочник по проектированию электроснабжения, линий электропередачи и сетей / под ред. Я.М. Большама, В.И. Круповича, М.Л. Самовера. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергия, 1974. - 695 с.

7. Электротехнический справочник. В 3-х т. Т.3. В 2 кн. Кн.1. : Производство и распределение электрической энергии [Текст] / под ред. В. Г. Герасимов. - 7-е изд., испр. и доп. - М. : Энергоатомиздат., 1988. - 880 с.

8. Повышение качества функционирования линий электропередачи [Электронный ресурс] / Г.А. Данилов [и др.] ; под ред. В.П. Горелова, В.Г. Сальникова ; М-во трансп. Рос. Федерации, Фед. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования, "Новосиб. гос. акад. водного трансп.". - Новосибирск : НГАВТ, 2013. - 557 с. : ил. - Библиогр.: с.500-517 (160 назв.). - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe reader версии 9.0 и новее.

9. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / под ред. В. И. Круповича. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Электроиздат., 1981. - 406 с. : ил.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

10. Журнал «Электротехнический рынок». Электротехнический интернет-портал [Электронный ресурс]. – URL: www.elec.ru, свободный. – Загл. с экрана.

11. Научная электронная библиотека elibrary.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://elibrary.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- Пакет программного обеспечения для проведения лабораторных и практических занятий, выполнения курсового проекта (работы) - Комплект презентаций.

- Пакет прикладных офисных программ, включающий в себя текстовый процессор, средства просмотра pdf-файлов и средства работы с графикой.

- Консультационно-правовая система «Консультант Плюс».

-Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>.

11 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

| Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий | Перечень основного оборудования |
|---|---|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа | Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный. |
| Учебная аудитория для проведения практических занятий | Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный. |
| Учебная аудитория для выполнения курсового проектирования (выполнения курсовых работ) | Компьютерное оборудование с необходимым программным и методическим обеспечением. |
| Учебная аудитория для самостоятельной работы обучающихся | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. |
| Лаборатория электроэнергетических систем | Учебно-наглядные пособия: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный и универсальные стенды для проведения лабораторных работ |