

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

Б1.В.01

(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование и оптимизация систем электроснабжения

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)

Режимы работы электрических источников питания, подстанций, сетей и систем

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 13 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 1 | 2 | Итого |
|--|--------|---------|--------|
| | зачет | экзамен | |
| Вид занятий | | | |
| Лекции | 32 | 32 | 64 |
| Лабораторные | | | |
| Практические | 32 | 32 | 64 |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР | | | |
| Промежуточная аттестация | 0,25 | 0,35 | 0,6 |
| Контактная работа | 64,25 | 64,35 | 128,6 |
| Самостоятельная работа | 151,75 | 152 | 303,75 |
| Контроль | | 35,65 | 35,65 |
| Итого | 216 | 252 | 468 |

Рабочую программу составил(и):

профессор, профессор, д.т.н., Вахнина В.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

Отсутствует

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2022 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3 от «26» сентября 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение требований нормативных документов к проектированию систем электроснабжения; изучение современных методов проектирования систем электроснабжения потребителей различных предприятий и основных способах построения систем электроснабжения; изучение методов решения оптимизационных задач в электроснабжении и вопросам оптимизации структуры и режимов электрических сетей предприятий; умение производить выбор экономически обоснованных схем и режимов систем электроснабжения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: дисциплины Блока 1 части, формируемой участниками образовательных отношений направления подготовки бакалавриата 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»: «Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические станции и подстанции», «Системы электроснабжения промышленных предприятий».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Организация эксплуатации, ремонта и диагностики электрооборудования», «Устойчивость систем электроснабжения», «Системный анализ и принятие решений по повышению надежности систем электроснабжения», «Расчетно-экспериментальные исследования динамики систем электроснабжения», «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», «Производственная практика (проектная практика)», выпускная квалификационная работа.

3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|--|---|
| ПК-1 Способен формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании систем электроснабжения | ПК-1.1. Разрабатывает проекты системы электроснабжения объектов ПД | Знать: основы в области проектирования систем электроснабжения; требования СПДС, ЕСКД и ГОСТ при проектировании систем электроснабжения объектов ПД |
| | | Уметь: пользоваться методами проектирования систем электроснабжения |
| | | Владеть: нормативно – технической и методической базой обоснования и выбора систем электроснабжения объектов ПД |
| | ПК-1.2 Осуществляет разработку вариантов и выбор оптимальной системы | Знать: современное электрооборудование, используемое при выполнении исследований в области |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|--|--|---|
| | электрообеспечения объектов ПД | проектирования систем электрообеспечения объектов ПД |
| | | Уметь: оценивать предлагаемые решения при проектировании и оптимизации систем электрообеспечения объектов ПД с точки зрения технико-экономической эффективности |
| | | Владеть: нормативно-технической и методической базой обоснования и выбора оптимальных систем электрообеспечения объектов ПД |
| | ПК-1.3. Использует современные средства автоматизации при проектировании систем электрообеспечения объектов ПД | Знать: актуальные задачи и проблемы проектирования и оптимизации систем электрообеспечения |
| | | Уметь: выбирать современное электрооборудование при проектировании и оптимизации систем электрообеспечения с использованием прикладных программных продуктов |
| | | Владеть: основными приемами автоматизированного проектирования систем электрообеспечения |

4. Структура и содержание дисциплины

Б1.В.01.01 «Проектирование и оптимизация систем электроснабжения 1»

Семестр изучения 1

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Раздел 1 Основные задачи проектирования и оптимизации систем электроснабжения | Лек. | Этапы проектирования систем электроснабжения. Общие требования, предъявляемые к системам электроснабжения | 1 | 2 | - | - | Вопросы входного контроля |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка доклада) | 1 | 6 | - | - | |
| | Пр. | Расчет технико-экономических показателей систем электроснабжения | 1 | 2 | - | - | Темы докладов |
| Раздел 2 Характерные особенности электроустановок предприятий | Лек. | Основные характеристики потребителей электроэнергии | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 1 | 6 | - | - | |
| | Пр. | Характерные особенности электроустановок предприятий различных отраслей промышленности | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Раздел 3 Определение расчетных нагрузок при случайном характере графиков нагрузок | Лек. | Индивидуальные графики нагрузок и их характеристики | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 1 | 8 | - | - | |
| | Пр. | Индивидуальные графики нагрузок и их характеристики | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Лек. | Групповые графики нагрузок и их характеристики | 1 | 2 | | | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 1 | 14 | - | - | |
| | Пр. | Групповые графики нагрузок и их характеристики | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Лек. | Методы определения расчетных нагрузок при случайном характере графиков нагрузок. | 1 | 2 | - | - | Комплект задач, комплект тестов |
| | Лек. | Анализ методов расчета электрических нагрузок | 1 | 2 | - | - | |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам | 1 | 14 | - | - | |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | | и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач, подготовка к тестированию) | | | | | |
| | Пр. | Методы определения расчетных нагрузок при случайном характере графиков нагрузок | 1 | 2 | - | - | Комплект задач, комплект тестов |
| Раздел 4 Распределение электрической энергии при напряжении выше 1000 В | Лек. | Основные принципы построения схем распределения электрической энергии при напряжении выше 1000 В (радиальные схемы, магистральные, схемы) | 1 | 2 | - | - | Темы докладов, комплект задач |
| | Лек. | Основные принципы построения схем распределения электрической энергии при напряжении выше 1000 В (кольцевые и петлевые схемы) | 1 | 2 | - | - | Темы докладов, комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 1 | 7 | | | |
| | Пр. | Основные принципы построения схем распределения электрической энергии при напряжении выше 1000 В (радиальные схемы, магистральные, схемы) | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Пр. | Основные принципы построения схем распределения электрической энергии | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | | при напряжении выше 1000 В (кольцевые и петлевые схемы) | | | | | |
| | Лек. | Системы внешнего и внутреннего электроснабжения предприятия. Схемы внутризаводского распределения электроэнергии | 1 | 2 | - | - | Темы докладов |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка доклада) | 1 | 8 | - | - | |
| | Пр. | Схемы внутризаводского распределения электроэнергии | 1 | 2 | - | - | Темы докладов |
| | Лек. | Компоновки и схемы ГПП и ГПВ. | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 1 | 12 | - | - | |
| | Пр. | Выбор оптимального размещения ГПП и РП на территории предприятия | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |
| Раздел 5 Режимы реактивной мощности в системах электроснабжения | Лек. | Проблемы снижения реактивной мощности в системах электроснабжения | 1 | 2 | - | - | Темы докладов |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|------------------------|---------------------------|--|----------------|------------------|--------------|-----------------------|---|
| | Лек. | Технические и экономические характеристики источников реактивной мощности | 1 | 2 | - | - | Темы докладов |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка доклада) | 1 | 8 | - | - | |
| | Пр. | Технические и экономические характеристики источников реактивной мощности | 1 | 2 | - | - | Темы докладов |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 1 | 12 | - | - | |
| | Пр. | Средства и способы компенсации реактивной мощности в цеховых сетях | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Лек. | Оптимальное размещение компенсирующих устройств в системах электроснабжения | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 1 | 10 | - | - | |
| | Пр. | Расчет и оптимальное размещение компенсирующих устройств в системах электроснабжения | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Раздел 6 Методы решения оптимизационных задач в СЭС | Лек. | Математическая формулировка задачи оптимизации. Понятие целевой функции, граничных условий, ограничений. Учет ограничений в виде систем неравенств и уравнений. Допустимое множество решений Методы оптимизации. | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 1 | 12 | - | - | |
| | Пр. | Применение прямого метода оптимизации, метода Лагранжа, градиентный метода решения оптимизационных задач в системах электроснабжения | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 1 | 12 | - | - | |
| | Пр. | Методы математического программирования. Методы экспертных оценок, области их применения. Применение метода экспертных оценок при выборе параметров и местоположения источника питания | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |
| Раздел 7 | Лек. | Выбор рационального напряжения питающей и распределительной сети | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Выбор рациональных напряжений питающей и распределительной сети | | аналитическими методами и методами планирования эксперимента | | | | | |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач, подготовка к докладу) | 1 | 9 | - | - | |
| | Пр. | Выбор рационального напряжения питающей и распределительной сети аналитическими методами и методами планирования эксперимента | 1 | 2 | - | - | Комплект задач, темы докладов |
| Раздел 8 Рациональный выбор силовых трансформаторов в системах электроснабжения | Лек. | Оптимальное размещение источников питания на территории предприятия | 1 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач, подготовка к тестированию) | 1 | 5,75 | - | - | |
| | Пр. | Выбор числа и номинальной мощности силовых трансформаторов ГПП и ТП с | 1 | 2 | - | - | Комплект задач, комплект тестов |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|--|---------|------------|-------|----------------|--|
| | | учетом характеристик нагрузок и эксплуатационных особенностей трансформаторов | | | | | |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к промежуточной аттестации | 1 | 8 | - | - | |
| | ПА | Сдача зачета | 1 | 0,25 | - | - | — |
| Итого: | | | | 216 | | | |

Б1.В.01.02 «Проектирование и оптимизация систем электроснабжения 2»

Семестр изучения 2

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Раздел 1 Обоснование целесообразности ввода генерирующей мощности из условия полного электроснабжения потребителей | Лек. | Планирование установленной мощности электростанций. Определение требуемого значения резерва генерирующей мощности. | 2 | 4 | - | - | Комплект задач |
| | Лек. | Понятие полного резерва, рабочего резерва, аварийного резерва | 2 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Лек. | Применение критериев, устанавливающих конечную надежность электроснабжения потребителей | 2 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 2 | 12 | - | - | |
| Раздел 2 Обоснование схем присоединения потребителей к электроэнергосистеме | Лек. | Основные ограничения, накладываемые на СЭС в аварийных и послеаварийных режимах | 2 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Пр. | Основные ограничения, накладываемые на СЭС в аварийных и послеаварийных режимах | 2 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам | 2 | 10 | - | - | |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | | и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка к докладу) | | | | | |
| | Пр. | Основные критерии, принимаемые при обосновании схем присоединения потребителей к электроэнергосистеме | 2 | 2 | | | Темы докладов |
| Раздел 3 Обоснование способов ограничения токов короткого замыкания в системах электроснабжения | Лек. | Основные способы ограничения токов короткого замыкания в системах электроснабжения: схемные решения; стационарное и автоматическое деление сети при КЗ | 2 | 2 | - | - | Комплект задач, темы докладов |
| | Лек. | Основные способы ограничения токов короткого замыкания в системах электроснабжения: применение токоограничивающего электрооборудования; ограничение токов КЗ на землю | 2 | 2 | - | - | Комплект задач, темы докладов |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка к докладу) | 2 | 10 | - | - | |
| | Пр. | Основные способы ограничения токов короткого замыкания в системах электроснабжения | 2 | 2 | - | - | Темы докладов |
| | Лек. | Основные положения обоснования и выбора электрооборудования систем электроснабжения | 2 | 2 | - | - | Комплект задач |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 2 | 10 | - | - | |
| | Пр. | Основные положения обоснования и выбора электрооборудования систем электроснабжения | 2 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач, подготовка к тестированию) | 2 | 10 | - | - | |
| | Пр. | Основные положения обоснования и выбора электрооборудования систем электроснабжения | 2 | 2 | | | Комплект задач. комплект тестов |
| Раздел 4 Выбор схем подстанций в системах электроснабжения | Лек. | Основные критерии, учитываемые при выборе электрической схемы подстанции в системах электроснабжения | 2 | 2 | - | - | Темы докладов, комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка к докладу) | 2 | 10 | - | - | |
| | Пр. | Характерные структурные схемы подстанций с трансформаторами и | 2 | 2 | - | - | Темы докладов |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | | автотрансформаторами на разных классах напряжения | | | | | |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 2 | 10 | - | - | |
| | Пр. | Характерные структурные схемы подстанций с трансформаторами и автотрансформаторами на разных классах напряжения | 2 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Лек. | Обоснование выбора типа, числа и мощности трансформаторов и автотрансформаторов | 2 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Лек. | Обоснование выбора типа, числа и мощности трансформаторов и автотрансформаторов | 2 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 2 | 14 | - | - | |
| | Пр. | Обоснование выбора типа, числа и мощности трансформаторов и автотрансформаторов | 2 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Пр. | Обоснование выбора типа, числа и мощности трансформаторов и автотрансформаторов | 2 | 2 | | | Комплект задач |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | Пр. | Обоснование выбора типа, числа и мощности трансформаторов и автотрансформаторов | 2 | 2 | | | Комплект задач |
| Раздел 5 Выбор схем электростанций (ТЭЦ, АЭС, ГЭС, ГАЭС) | Лек. | Исходные данные для выбора числа и мощности турбогенераторов ТЭЦ и АЭС | 2 | 2 | - | - | Темы докладов, комплект задач |
| | Лек. | Основные критерии при выборе электрических схем ТЭЦ. Электрические схемы ТЭЦ с поперечными связями, блочными схемами | 2 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 2 | 16 | - | - | |
| | Пр. | Основные критерии при выборе электрических схем ТЭЦ. Электрические схемы ТЭЦ с поперечными связями, блочными схемами | 2 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Пр. | Основные критерии при выборе электрических схем ТЭЦ. Электрические схемы ТЭЦ с поперечными связями, блочными схемами | 2 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к | 2 | 16 | - | - | |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | | практическим занятиям (подготовка к докладу) | | | | | |
| | Пр. | Основные типы АЭС. Основные критерии при выборе электрических схем АЭС | 2 | 2 | - | - | Темы докладов |
| | Лек. | Обоснование выбора схем электрических соединений ГЭС и ГАЭС. | 2 | 2 | - | - | Темы докладов |
| | Лек. | Схемы компоновки ГЭС и ГАЭС | 2 | 2 | - | - | Темы докладов |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка к докладу) | 2 | 12 | - | - | |
| | Пр. | Структурные схемы ГЭС и ГАЭС. | 2 | 2 | - | - | Темы докладов |
| | Пр. | Схемы компоновки насосотурбинных агрегатов на ГАЭС | 2 | 2 | - | - | Темы докладов |
| Раздел 6 Выбор схем электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками | Лек. | Перспективы развития отечественной электроэнергетики с применением ВИЭ | 2 | 2 | - | - | Темы докладов |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка к докладу, подготовка к тестированию) | 2 | 10 | - | - | |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|--|---------|------------|-------|----------------|--|
| | Лек. | Основные типы газотурбинных и парогазовых установок. Структурные схемы электростанций с ГТУ и ПГУ | 2 | 2 | - | - | Темы докладов, комплект тестов |
| | Пр. | Основные типы газотурбинных и парогазовых установок. Структурные схемы электростанций с ГТУ и ПГУ | 2 | 2 | - | - | Темы докладов, комплект тестов |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к промежуточной аттестации | 2 | 12 | - | - | |
| | | Контроль | 2 | 35,65 | | | |
| | ПА | Сдача экзамена | 2 | 0,35 | - | - | — |
| Итого: | | | | 252 | | | |

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Проектирование и оптимизация систем электроснабжения», используются технологии традиционного обучения:

- лекции;
- практические занятия с устным опросом обучающихся и закреплением теоретического материала;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- выполнение практических заданий, которые позволяют приобрести практические знания и навыки решения задачи и работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку доклада и его презентации к защите на практическом занятии.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Обучающимся необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, ее основные вопросы, рекомендуемую литературу, что позволит сэкономить время на освоение темы на аудиторном занятии; перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, знаний по современным методам проектирования систем потребителей различных предприятий и основных способах построения систем электроснабжения; по методам решения оптимизационных задач в электроснабжении и вопросам оптимизации структуры и режимов электрических сетей предприятий; умения производить выбор экономически обоснованных схем и режимов систем электроснабжения. На практических занятиях развиваются способности использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных продуктов. При подготовке к практическим занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;
- выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия.

По заданию преподавателя обучающийся должен подготовить доклад по теме практического занятия. В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий (устный опрос, решение задач, публичное выступление с докладом по выбранной теме, тестирование).

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---------|---|--|
| 1 | ПК-1 (ПК-1.1) | Тестовые задания № 1-7; 15-29; 45-47; 67 Темы докладов № 1, 2-4, 5, 6, 7-11 Задачи № 1, 2, 3, 6 Вопросы к зачету № 1-10, 11-24, 33-34, 39 |
| 1 | ПК-1 (ПК-1.2) | Тестовые задания № 8-14; 52-55 Темы докладов № 13-16, 20 Задачи № 4, 7 Вопросы к зачету № 35-38, 40-42 |
| 1 | ПК-1 (ПК-1.3) | Тестовые задания № 30-44, 48-51, 56-66, 68-100 Темы докладов № 14, 17-19 Задачи № 5, 8 Вопросы к зачету № 25-32 |
| 2 | ПК-1 (ПК-1.1) | Тестовые задания № 101--109, 153-169 Темы докладов № 6, 13-20 Задачи № 1-3 Вопросы к экзамену № 1-12, 19-30 |
| 2 | ПК-1 (ПК-1.2) | Тестовые задания №№ 121-131, 170-200 Темы докладов № 7-11 Задачи № 4,5 Вопросы к экзамену № 13-18, 42-48, 56-59 |
| 2 | ПК-1 (ПК-1.3) | Тестовые задания № 111-120, 132-152 Темы докладов № 1-5, 12 Задачи № 6, 7 Вопросы к экзамену №№31-41, 49-55, 60-62 |

7.2.1. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля по дисциплине «Проектирование и оптимизация систем электроснабжения 1»

7.2.1.1. Входной контроль

Вопросы входного контроля:

1. Основные термины и определения электроснабжения (приемник электроэнергии, потребитель электроэнергии, электроснабжение, система электроснабжения, электрическая сеть, подстанция);
2. Классификация электроприемников по различным показателям;
3. Продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный режимы работы;
4. Основные показатели графиков электрической нагрузки;
5. Какие режимы нейтрали используются в электрических сетях;
6. Категории надежности электроснабжения потребителей;
7. Понятие расчетной нагрузки;

8. Основные требования, предъявляемые к построению систем электроснабжения;
9. Какие факторы являются определяющими при выборе места расположения источника питания;
10. Какие виды проводников применяются для канализации электрической энергии в системах электроснабжения.

Краткое описание и регламент выполнения

Входной контроль проводится на первой лекции. Он представляет собой контрольный срез знаний из 10 основных вопросов, ответы на которые обучающийся должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин по программе бакалавриата. Контроль проводится по оценке остаточных знаний по дисциплинам «Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические станции и подстанции», «Системы электроснабжения промышленных предприятий». Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Входной контроль проводится в письменном виде в течение 15-20 минут. Итоги входного контроля используются для корректировки методик проведения лекционных и практических занятий.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если даны правильные ответы на 4-10 вопросов;
- отметка «не зачтено», если правильных ответов менее 4-х.

7.2.1.2. Задачи

Типовые задачи:

1. Определить расчетную нагрузку для доменного цеха металлургического комбината, если известны наименования электроприемников 0,4 кВ, их количество и установленная мощность: вентиляторы – 10 по 28 кВт; газоочистка – 14 по 55 кВт; краны – 6 по 75 кВт (ПВ=25%); разливочные машины – 8 по 40 кВт; бегуны – 10 по 17 кВт.

2. В механосборочном цехе площадью 30x50 м² размещено около 3000 электроприемников – в основном металлорежущие станки, оборудованные система автоматического регулирования, а также электрические печи. Общая расчетная нагрузка цеха 1400 кВА. Выбрать число и мощность силовых трансформаторов цеховых ТП. Составить принципиальную схему электроснабжения цеха.

3. Определить расчетную нагрузку на шинах 6 кВ РП, от которых питаются: ТП1 6/0,4 кВ ($P_{ном\Sigma}=3150$ кВт, $P_{cp}=1420$ кВт, $Q_{cp}=1390$ квар, $Q_{KV}=600$ квар, $p_{ном.мах}=300$ кВт, $p_{ном.мин}=11,2$ кВт, $nЭ=51$); ТП2 6/0,4 кВ ($P_{ном\Sigma}=2320$ кВт, $P_{cp}=1200$ кВт, $Q_{cp}=650$ квар, $Q_{KV}=300$ квар, $p_{ном.мах}=45$ кВт, $p_{ном.мин}=3,2$ кВт, $nЭ=79$); 3 индукционные печи с $S_{ном}=1400$ кВА, $cos\varphi=0,7$.

4. Выбрать типы и мощность цеховых ТП 10/0,4 кВ совместно со средствами компенсации реактивной мощности, если известны расчетные нагрузки и $cos\varphi$ отдельных групп электроприемников на напряжении 0,4 кВ: 1 – $S_{p1}=900$ кВА, $cos\varphi_1=0,8$; 2 – $S_{p2}=800$ кВА, $cos\varphi_2=0,7$; 3 – $S_{p3}=1100$ кВА, $cos\varphi_3=0,65$; 4 – $S_{p4}=920$ кВА, $cos\varphi_4=0,7$. В цехе имеются потребители II и III категории (доля потребителей II категории – 20%). Площадь цеха 2000 м². Синхронных двигателей в сетях нет. Энергосистемой заданы входные $Q_{Э1}=1950$ квар, $Q_{Э2}=0$ квар.

5. Спроектировать схему электроснабжения участка цеза машиностроительного завода. Источник питания силовой трансформатор ТСЗ 1000/6/0,4. Перечень оборудования участка: металлорежущие станки мелкосерийного производства 10 по 7,5 кВт; вентиляторы сантехнические 6 по 15 кВт; насосы 2 по 10 кВт; многшпindleльные автоматы 20 по 5,5 кВт; точечные стационарные машины 6 по 100 кВА, $K_3=1$, $ПВ_\phi=0,05$; шовные сварочные машины 8 по 40 кВА, $K_3=0,95$, $ПВ_\phi=0,05$.

6. На цеховой трансформаторной подстанции (ТП) установлен один силовой трансформатор ТМ-1000/6/0,4. Коэффициент загрузки трансформатора 0,8. Коэффициент мощности нагрузки, подключенной к цеховой ТП 0,65. Определить изменение напряжения на шинах НН ТП при подключении конденсаторной батареи мощностью 400 квар.

7. Определить максимальную потерю напряжения в кабельной линии, питающей РП, к которому подключены сварочные машины со следующими данными: машины 8 по 40 кВА, $K_3=0,95$, $ПВ_\phi=0,05$.

8. На предприятии есть 5 подстанций А, В, С, D и Е напряжением 10/0,4 кВ, расположенных в точках с координатами (10; 10), (30; 50), (16,667; 29), (0,555; 29,888) и (22,2221; 49,988), соответственно, на плоскости ху. Пусть расстояние между двумя точками отражает длину кабельной линии 10 кВ. Предприятие планирует построить ГПП 110/10 кВ в некоторой точке плоскости. Предполагается, что в силовые трансформаторы подстанций А, В, С, D и Е работают среднее часов в году 4500, 4700, 6000 и 7500 соответственно. Где нужно построить ГПП, чтобы минимизировать потери мощности в кабельных линиях 10 кВ?

Краткое описание и регламент выполнения

Задание выполняется письменно. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если задача решена правильно или решена с незначительными ошибками;
- отметка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если задача не решена и/или допущены грубые ошибки.

7.2.1.3. Темы докладов

| № п/п | Темы |
|--------------|---|
| 1 | Основные тенденции, влияющие на развитие электроэнергетики в России и мире |
| 2 | Надежность систем электроснабжения |
| 3 | Концепция обеспечения надежности в электроэнергетике |
| 4 | Анализ причин наиболее крупных системных аварий ЭЭС в мире (1977 г. – США, Канада, 1987 и 1989 гг. – США, Канада, 2003 г. – Европа, США, 2005 г. – Москва и прилегающие области, 2007 г. – Австралия и др.) |
| 5 | Инвестиционное проектирование систем электроснабжения |
| 6 | Оценка эффективности инвестиционных проектов |
| 7 | Основные риски при принятии решений в электроэнергетике |
| 8 | Режимы нейтралей в электроустановках до 1000 В |
| 9 | Режимы нейтралей в электроустановках до 1000 В |
| 10 | Электробезопасность в электроустановках |
| 11 | Системы заземления электрических сетей. Заземление и зануление электроустановок до 1000 В |

| № п/п | Темы |
|-------|--|
| 13 | Распределение электроэнергии выше 1000 В. Радиальные и магистральные электрические сети. Исполнение электрических сетей воздушными линиями, кабельными линиями, токопроводами. |
| 14 | Новые прогрессивные технологии в конструктивном исполнении воздушных линий электропередачи |
| 15 | Применение кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена в системах электроснабжения |
| 16 | Газоизолированные линии электропередачи (GIL) |
| 17 | Передача электрической энергии постоянным током (HVDC) |
| 18 | Управляемые электрические сети переменного тока (FACTS) |
| 19 | Высоко интегрированные элегазовые распределительные устройства (HIS, GIS) |
| 20 | Сравнительный технико-экономический анализ применения масляных, воздушных, вакуумных, элегазовых выключателей напряжением 110 кВ и выше |

Краткое описание и регламент выполнения

Доклад представляет собой публичное выступление по изучаемому разделу дисциплины «Проектирование и оптимизация систем электроснабжения». При подготовке доклада, презентации обучающийся должен отобрать не менее 10 наименований литературы (книг, статей, сборников, нормативно-правовых актов). Предпочтение следует отдавать литературе, опубликованной в течение последних 5 лет. Допускается обращение к Интернет-сайтам. Изложение текста доклада должно быть четким, аргументированным.

В заключение доклада обучающийся должен сделать выводы по теме.

Продолжительность доклада не более 7 минут. Для получения положительной отметки наличие компьютерной презентации обязательно. Минимальное количество слайдов – 5. Презентация должна быть информативна, соответствовать теме доклада.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта; подготовлена презентация с требуемым количеством слайдов.

- отметка «не зачтено», если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы, отсутствует презентация или презентация не содержит требуемого количества слайдов, не информативна и не соответствует теме доклада.

7.2.1.4. Типовые тестовые задания

1. Проектирование – это:

- строительные, монтажные и пусконаладочные работы в системах электроснабжения
- разработка нормативных и организационно-методических документов для разработки, монтажа и проведения пусконаладочных работ электрических сетей
- процесс составления описания при заданных условиях еще не существующего объекта
- качественный выпуск проектной документации для строительства объекта

2. Для упорядочивания процесса проектирования в Российской Федерации приняты

- правила устройств электроустановок
- строительные нормы и правила
- единая система конструкторской документации
- система проектной документации для строительства

3. Требования стандартов СПДС должны быть взаимосвязаны с требованиями
- государственных стандартов ЕСКД и международных стандартов ИСО и МЭК, а также другими взаимосвязанными нормативными документами

- правил устройств электроустановок
- государственных стандартов ЕСКД и правилами устройств электроустановок
- проектной документации для строительства

4. Проектирование систем электроснабжения выполняется в несколько стадий:
- разработка технического задания, его согласование и утверждение; разработка технического проекта и рабочей документации

- разработка технического задания, технического предложения; эскизного проекта; технического проекта и рабочей документации

- разработка технического предложения; технического задания; технического и эскизного проекта и рабочей документации

- разработка на основании технического задания проектной документации для строительства

5. При разработке технического предложения проводят:

- фотографии макетов электрооборудования

- описание порядка монтажа и хранения элементов системы электроснабжения и ввод их в действие на месте эксплуатации

- расчет технико-экономических показателей от внедрения системы электроснабжения

- проверку вариантов на патентную чистоту и конкурентоспособность, оформление заявок на изобретение

6. Технический проект разрабатывается с целью:

- выявления окончательных технических решений, дающих полное представление о составе СЭС, когда это целесообразно сделать до разработки рабочей документации

- выявления дополнительных или уточненных требований к проектируемой СЭС, которые не были указаны ранее, и это целесообразно сделать на этапе технического проекта

- установления принципиальных (конструктивных, схемных и др.) решений СЭС, дающих общее представление о принципе работы и (или) ее устройстве

- проверки вариантов на патентную чистоту и конкурентоспособность, оформление заявок на изобретение

7. К схемам электрических соединений электроустановок предъявляются следующие требования:

- надежность, электромагнитная совместимость, экономичность, экологическая чистота, компактность, унифицированность

- экономичность, удобство эксплуатации, техническая гибкость, экологическая чистота, компактность, унифицированность

- надежность, экономичность, удобство эксплуатации, техническая гибкость, экологическая чистота, компактность, унифицированность

- надежность, компактность, унифицированность, экономичность, соблюдение показателей качества электрической энергии, техническая гибкость

8. Экологическая чистота систем электроснабжения определяется:

- степенью загрязнения окружающей среды при работе электроустановок

- степенью воздействия электроустановок на окружающую среду

- шумами и выбросами при работе электроустановок

- электрическими и магнитными полями при работе электроустановок

9. К какой категории, согласно ПУЭ, относятся электроприемники, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров?

- к первой категории
- к особой группе первой категории
- ко второй категории
- к третьей категории

10. К какой категории, согласно ПУЭ, относятся электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей?

- к первой категории
- к особой группе первой категории
- ко второй категории
- к третьей категории

Краткое описание и регламент выполнения

Тест проводится в начале практического занятия в письменной форме. Каждому обучающемуся выдается 20 вопросов, на каждый из которых нужно выбрать правильный (ые) ответ (ы). Время, отводимое на тестирование - 15 минут.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся ответил правильно больше чем на половину тестов.
- отметка «не зачтено» - если обучающийся ответил правильно на половину или меньше тестов.

7.2.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля по дисциплине «Проектирование и оптимизация систем электроснабжения 2»

7.2.2.1. Задачи

Типовые задачи:

1. Показать использование различных способов оценки затрат при сравнении вариантов электроустановки на примере обоснования и выбора структурной схемы тепловой электростанции.

2. Определить волновое сопротивление, волновую длину и натуральную мощность воздушной линии электропередачи с параметрами $U=750$ кВ; $L=300$ км; $S_1=5 \times 240$ и $S_2=5 \times 400$ мм².

3. Определить реактивную мощность, генерируемую на холостом ходу воздушной линии электропередачи с параметрами $U=750$ кВ; $L=300$ км; $S_1=5 \times 240$ и $S_2=5 \times 400$ мм².

4. Определить оптимальное сечение проводов с параметрами $U=500$ кВ; $L=400$ км в схеме присоединения электростанции к электроэнергосистеме Самарской области. Продолжительность зимнего графика нагрузки 200 дней, летнего – 165.

5. Выбрать количество и мощность силовых трансформаторов на ГПП 110/10 кВ предприятия Самарской области. Известен график нагрузки предприятия. Удельный ущерб потребителей из-за внезапного ограничения их электроснабжения $u_{\text{л}} = 1,2$ отн. ед/ (кВт·ч). Продолжительность зимнего графика нагрузки 200, летнего 165 сут.

6. Выбрать количество и мощность силовых автотрансформаторов на районной подстанции 220/110/10 кВ. Район сооружения – Московская область. Известны характерные суточные графики нагрузки сети 110 кВ и потребителей 10 кВ. Требуемое значение $\cos\varphi=0,92$ при выдаче мощности в сеть 110 кВ, коэффициент мощности потребителей 10 кВ $\cos\varphi = 0,85$. На стороне низшего напряжения (10 кВ) подстанции необходимо подключить два синхронных компенсатора КСВ 32-10 номинальной мощностью по 32 Мвар.

7. Выбрать число и мощность трансформаторов на понижающей подстанции 110/10 кВ. Район сооружения – Самарская обл. Известны характерные суточные графики нагрузки потребителей 10 кВ. Требуемое значение $\cos\varphi=0,85$.

Краткое описание и регламент выполнения

Задание выполняется письменно. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если задача решена правильно или решена с незначительными ошибками;
- отметка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если задача не решена и/или допущены грубые ошибки.

7.2.2.2. Темы докладов

| № п/п | Темы |
|-------|--|
| 1 | Современные типы коммутационной аппаратуры в системах электроснабжения |
| 2 | Альтернативные источники энергии в системах электроснабжения (получение электроэнергии с помощью фотоэлектрических элементов, гелиотермальная энергетика, ветроэнергетика, биомассовая энергетика, геотермальная энергетика, приливные электростанции, установки мини-ОТЕС и т.д.) |
| 3 | Реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мероприятий, направленных на эффективное использование электрической энергии в системах электроснабжения |
| 4 | Источники бесперебойного питания |
| 5 | ГОСТ 32144 - 2013. «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в СЭС общего назначения». Область применения ГОСТ32144 - 2013 |
| 6 | Влияние электроприемников на качество электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников |
| 7 | Способы и технические средства повышения качества электроэнергии в системах электроснабжения |
| 8 | Компенсация реактивной мощности. Понятие реактивной мощности. Источники реактивной мощности |
| 9 | Технические и технико-экономические требования к источникам реактивной мощности |
| 10 | Проблемы реактивной мощности и решение задач повышения надежности и устойчивости распределительных электрических сетей |

| № п/п | Темы |
|-------|---|
| 11 | Установки поперечной и продольной компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения |
| 121 | ГПП и ТП на предприятиях. Выбор силовых трансформаторов и электрооборудования подстанций. Компонировка подстанций, выбор рационального места расположения |
| 13 | Потери электрической энергии. Виды потерь (технологические и коммерческие). Методы расчета потерь электроэнергии |
| 14 | Мероприятия по снижению технологических потерь электроэнергии в электрических сетях |
| 15 | Мероприятия по снижению коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях |
| 16 | Измерение и учет электроэнергии в электроустановках |
| 17 | Средства контроля и учета электроэнергии |
| 18 | Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии |
| 19 | Микропроцессорные устройства релейной защиты (анализ производителей средств защиты для распределительных сетей 6-35 кВ) |
| 20 | Микропроцессорные устройства релейной защиты (анализ производителей средств защиты для сетей 110 -500 кВ) |

Краткое описание и регламент выполнения

Доклад представляет собой публичное выступление по изучаемому разделу дисциплины «Проектирование и оптимизация систем электроснабжения». При подготовке доклада, презентации обучающийся должен отобрать не менее 10 наименований литературы (книг, статей, сборников, нормативно-правовых актов). Предпочтение следует отдавать литературе, опубликованной в течение последних 5 лет. Допускается обращение к Интернет-сайтам. Изложение текста доклада должно быть четким, аргументированным.

В заключение доклада обучающийся должен сделать выводы по теме.

Продолжительность доклада не более 7 минут. Для получения положительной отметки наличие компьютерной презентации обязательно. Минимальное количество слайдов – 5. Презентация должна быть информативна, соответствовать теме доклада.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта; подготовлена презентация с требуемым количеством слайдов.

- отметка «не зачтено», если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы, отсутствует презентация или презентация не содержит требуемого количества слайдов, не информативна и не соответствует теме доклада.

7.2.2.3. Типовые тестовые задания

1. Совокупность подстанций, распределительных устройств и соединяющих их линий электропередачи, работающих на одной территории – это:

- электрическая станция
- электрическая сеть
- распределительное устройство
- электроэнергетическая система

2. Как называется электрическая сеть высшего класса напряжения, которая обеспечивает надежность и устойчивость электрической системы как единого объекта?

- системообразующая электрическая сеть
- магистральная электрическая сеть
- замкнутая электрическая сеть
- воздушная линия электропередачи

3. Электрическая сеть, которая обеспечивает распределение электрической энергии между пунктами потребления – это:

- радиальная электрическая сеть
- магистральная электрическая сеть
- замкнутая электрическая сеть
- распределительная электрическая сеть

4. Электрическая сеть, которая предназначена для передачи электроэнергии от подстанции системообразующей сети к районным подстанциям – это:

- питающая электрическая сеть
- магистральная электрическая сеть
- замкнутая электрическая сеть
- распределительная электрическая сеть

5. Особенность питания СЭС на генераторном напряжении в отличие от питания на напряжении 35-220 кВ от районных трансформаторных подстанций ЭЭС:

- меньше надежность, меньше затраты на сооружение и эксплуатацию, меньше потери, лучше качество электроэнергии, менее сложная схема электроснабжения
- больше надежность, больше затраты на сооружение и эксплуатацию, меньше потери, лучше качество электроэнергии
- больше надежность, меньше затраты на сооружение и эксплуатацию, меньше потери, лучше качество электроэнергии

6. Граница раздела балансовой принадлежности электрических сетей:

- центр питания
- линия раздела объектов электроэнергетики между владельцами по признаку собственности
- трансформаторная подстанция
- шины НН трансформаторной подстанции

7. В «Руководящих указаниях и нормативах по проектированию развития энергосистем» для отключения элементов ЭЭС нормативно закреплён критерий

- $(n - 1)$
- $(n - 2)$
- $(n - 3)$
- безаварийное отключение элементов ЭЭС невозможно

8. Коэффициент запаса K_p аperiodической статической устойчивости по активной мощности ЭЭС должен быть не менее

- 10%
- 20%
- 30%
- 40%

9. В качестве расчетного возмущения, при котором должна обеспечиваться динамическая устойчивость ЭЭС, для РФ принято:

- трехфазное КЗ
- однофазное КЗ
- двухфазное КЗ
- двухфазное КЗ на землю

10. В «Руководящих указаниях и нормативах по проектированию развития энергосистем» регламентирован выбор номинального напряжения выдачи мощности. Напряжение берется по одной из шкалы номинального напряжения сети:

- 110–220–500–1150 или 110–330–750 кВ
- 110–330–500–750 или 110–330–750 кВ
- 110–500–750 или 110–330–750 кВ
- 110–220–500–1150 или 110–220–750 кВ

Краткое описание и регламент выполнения

Тест проводится в начале практического занятия в письменной форме. Каждому обучающемуся выдается 20 вопросов, на каждый из которых нужно выбрать правильный (ые) ответ (ы). Время, отводимое на тестирование - 15 минут.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся ответил правильно больше чем на половину тестов.
- отметка «не зачтено» - если обучающийся ответил правильно на половину или меньше тестов.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 1

| № п/п | Вопросы к зачету |
|-------|---|
| 1 | Индивидуальные графики нагрузок и их характеристики |
| 2 | Групповые графики нагрузок и их характеристики |
| 3 | Основные методы расчета электрических нагрузок промышленных предприятий |
| 4 | Вспомогательные методы расчета электрических нагрузок |
| 5 | Основные причины расхождения между расчетными и фактическими нагрузками |
| 6 | Основные характеристики случайных графиков нагрузки |
| 7 | Классификация помещений и наружных установок по окружающей среде |
| 8 | Схемы выполнения электрических сетей до 1000 В |
| 9 | Электрооборудование и сети пожароопасных помещений |
| 10 | Электрооборудование и сети взрывоопасных помещений |
| 11 | Коммутационно-защитные аппараты до 1000 В |
| 12 | Выбор типов и исполнений трансформаторов цеховых ТП. Компоновка цеховых ТП |
| 13 | Выбор числа, мощности и места расположения цеховых ТП |
| 14 | Источники реактивной мощности в сетях промышленных предприятий. |
| 15 | Расчет компенсации РМ в электрических сетях промышленных предприятий |
| 16 | Распределение электрической энергии при напряжении выше 1000 В. Требования к сетям |
| 17 | Электроснабжение от собственной электростанции. Электроснабжение от энергосистемы |
| 18 | Электроснабжение от энергосистемы и собственной электростанции |
| 19 | Радиальные схемы сетей выше 1000 В |
| 20 | Магистральные схемы сетей выше 1000 В. Схемы с несколькими сквозными магистралями сетей выше 1000 В |
| 21 | Воздушные линии |
| 22 | Кабельные линии напряжением 6 - 35 кВ |
| 23 | Кабельные линии 110 - 220 кВ |
| 24 | Токопроводы напряжением 6 - 35 кВ |
| 25 | Выбор рациональных напряжений питающей и распределительной сети предприятия |
| 26 | Рациональный выбор силовых трансформаторов |
| 27 | Сокращение потерь электрической энергии в электрических сетях промышленного предприятия |
| 28 | Выбор сечений кабелей и проводов по экономическим соображениям. |
| 29 | Экономичный режим работы силовых и преобразовательных трансформаторов |
| 30 | Реактивная мощность в системах электроснабжения. Генераторы и потребители реактивной мощности |
| 31 | Технические характеристики источников реактивной мощности |
| 32 | Экономические характеристики источников реактивной мощности и затраты на передачу реактивной мощности |
| 33 | Оптимизация компенсации реактивной мощности |
| 34 | Основные направления снижения потерь мощности и напряжения и повышения качества электрической энергии в системах электроснабжения |

| № п/п | Вопросы к зачету |
|--------------|--|
| 35 | Расчет и оптимальное размещение компенсирующих устройств в СЭС |
| 36 | Математическая формулировка задачи оптимизации. Понятие целевой функции, граничных условий, ограничений. Учет ограничений в виде систем неравенств и уравнений. Допустимое множество решений |
| 37 | Прямой метод оптимизации. Функция Лагранжа. Метод Лагранжа. Градиентный метод решения оптимизационных задач |
| 38 | Методы математического программирования в электроэнергетике |
| 38 | Методы экспертных оценок, области их применения. Применение метода экспертных оценок при выборе параметров и местоположения источника питания |
| 40 | Выбор рационального напряжения питающей и распределительной сети аналитическими методами и методами планирования эксперимента |
| 41 | Выбор числа и номинальной мощности силовых трансформаторов ГПП и ТП с учетом характеристик нагрузок и эксплуатационных особенностей трансформаторов |
| 42 | Оптимальное размещение источников питания на территории предприятия |

Семестр 2

| № п/п | Вопросы к экзамену |
|--------------|--|
| 1 | Основные требования к проектированию систем электроснабжения |
| 2 | Индивидуальные групповые графики нагрузок и их характеристики |
| 3 | Основные методы расчета электрических нагрузок промышленных предприятий |
| 4 | Вспомогательные методы расчета электрических нагрузок промышленных предприятий |
| 5 | Основные характеристики случайных графиков нагрузки |
| 6 | Классификация помещений и наружных установок по окружающей среде |
| 7 | Схемы выполнения электрических сетей до 1000 В |
| 8 | Коммутационно-защитные аппараты до 1000 В |
| 9 | Выбор типов и исполнений трансформаторов цеховых ТП. Компоновка цеховых ТП |
| 10 | Выбор числа, мощности и места расположения цеховых ТП |
| 11 | Источники реактивной мощности в сетях промышленных предприятий |
| 12 | Расчет компенсации реактивной мощности в электрических сетях промышленных предприятий |
| 13 | Оптимальное размещение источников реактивной мощности системе электроснабжения предприятия |
| 14 | Методы решения оптимизационных задач в системах электроснабжения |
| 15 | Выбор рациональных напряжений питающей и распределительной сети |
| 16 | Особенности построения систем электроснабжения предприятий |
| 17 | Система внешнего электроснабжения предприятия |
| 18 | Система внутреннего электроснабжения предприятия |
| 19 | Особенности защитных и рабочих заземлений в электроустановках. |
| 20 | Режимы нейтрали электрических сетей различного класса напряжения. |
| 21 | Распределение электрической энергии при напряжении выше 1000 В |
| 22 | Распределение электрической энергии при напряжении ниже 1000 В |
| 23 | Радиальные схемы сетей напряжением выше 1000 В |
| 24 | Магистральные схемы сетей напряжением выше 1000 В |
| 25 | Схемы с несколькими сквозными магистральями сетей выше 1000 В |
| 26 | Воздушные линии электропередачи в системах электроснабжения |
| 27 | Конструктивное исполнение воздушных линий электропередачи |

| № п/п | Вопросы к экзамену |
|----------|--|
| 28 | Кабельные линии напряжением 6 - 35 кВ |
| 29 | Кабельные линии 110 - 220 кВ |
| 30 | Токопроводы напряжением 6 - 35 кВ |
| 31 | Выбор рациональных напряжений питающей и распределительной сети предприятия. |
| 32 | Рациональный выбор силовых трансформаторов в системах электроснабжения |
| 33 | Экономичный режим работы силовых и преобразовательных трансформаторов |
| 34 | Сокращение потерь электрической энергии в электрических сетях промышленного предприятия |
| 35 | Выбор сечений кабелей и проводов по экономическим соображениям |
| 36 | Экономичный режим работы силовых и преобразовательных трансформаторов |
| 37 | Реактивная мощность в системах электроснабжения. Генераторы и потребители реактивной мощности |
| 38 | Технические характеристики источников реактивной мощности |
| 39 | Экономические характеристики источников реактивной мощности и затраты на передачу реактивной мощности |
| 40 | Оптимизация компенсации реактивной мощности |
| 41 | Основные направления снижения потерь и повышения качества электрической энергии на промышленных предприятиях |
| 42 | Технико-экономические показатели систем электроснабжения |
| 43 | Обоснование целесообразности ввода генерирующей мощности из условия полного электроснабжения потребителей в нормальном и ремонтных режимах |
| 44 | Обоснование схем присоединения к электроэнергосистеме |
| 45 | Обоснование и выбор количества линий выдачи мощности |
| 46 | Основные ограничения для систем электроснабжения в аварийных и послеаварийных режимах |
| 47 | Основные способы ограничения токов короткого замыкания в системах электроснабжения |
| 48 | Применение токоограничивающего электрооборудования в системах электроснабжения |
| 49 | Обобщенные методические положения обоснования и выбора схем электрических соединений для повышения надежности электроснабжения |
| 50 | Структурные схемы подстанций в системах электроснабжения |
| 51 | Обоснование выбора типа, числа и мощности силовых трансформаторов и автотрансформаторов подстанций систем электроснабжения |
| 52 | Перегрузочная способность силовых трансформаторов |
| 53 | Общие методические положения обоснования и выбора схем подстанций в системах электроснабжения |
| 54 | Структурные схемы электростанций (ТЭЦ, АЭС) |
| 55 | Структурные схемы электростанций (ГЭС и ГАЭС) |
| 56 | Общие методические положения обоснования и выбора схем тепловых электростанций |
| 57 | Общие методические положения обоснования и выбора схем атомных электростанций |
| 58 | Общие методические положения обоснования и выбора схем гидроэлектростанций |
| 59 | Общие методические положения обоснования и выбора схем гидроаккумулирующих электростанций. |
| 60 | Структурные схемы электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками |

| № п/п | Вопросы к экзамену |
|-------|--|
| 61 | Общие методические положения обоснования и выбор схем электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками |
| 62 | Перспективы развития отечественной электроэнергетики |

7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|---------|---|-------------------------|---|
| 1 | зачет | «зачтено» | оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта |
| | | «не зачтено» | оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы |
| 2 | экзамен | «отлично» | обучающийся обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе продемонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение; правильно сформулировал понятия и закономерности по вопросу |
| | | «хорошо» | обучающийся обладает достаточно полным знанием программного материала; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами |
| | | «удовлетворительно» | обучающийся имеет общие знания основного материала без усвоения некоторых существенных положений; формулирует основные понятия с некоторой неточностью; затрудняется в приведении примеров, подтверждающих теоретические положения |
| | | «неудовлетворительно» | обучающийся не знает значительную часть программного материала; допустил существенные ошибки в процессе изложения; не |

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|---------|---|-------------------------|--|
| | | | умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|-------|--|---|---|-------------|--|
| 1 | Кобелев А. В., Кочергин С. В., Печагин Е. А. | Режимы работы электроэнергетических систем | Учебное пособие | 2015 | ЭБС «IPRbooks» |
| 2 | Ополева Г. Н. | Электроснабжение промышленных предприятий и городов | Учебное пособие | 2018 | ЭБС «ZNANIUM.COM» |
| 3 | Ощепков В.А., Грунин В.К., Лютаревич А.Г., Осипов Д.С. | Режимы работы нейтралей систем электроснабжения объектов | Учебное пособие | 2017 | ЭБС «IPRbooks» |
| 4 | Родыгина С.В. | Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения. Проектирование СЭС | Учебное пособие | 2016 | ЭБС «IPRbooks» |
| 5 | Клевцов А.В. | Средства оптимизации потребления электроэнергии | Учебник | 2016 | ЭБС «IPRbooks» |
| 6 | Струченков В.И. | Прикладные задачи оптимизации. Модели, методы, алгоритмы | Учебник | 2016 | ЭБС «IPRbooks» |

8.2. Дополнительная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|-------|---------------------|----------------------|---|-------------|--|
| 1 | Конюхова Е.И. | Электроснабжение | Учебник | 2014 | ЭБС «IPRbooks» |

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|--------------|--|--|--|--------------------|---|
| 2 | Кудрявцева И.В., Рыков С.А., Рыков С.В., Скобов Е.Д. | Методы оптимизации в примерах в пакете MathCAD 15 | Учебное пособие | 2016 | ЭБС «IPRbooks» |
| 3 | Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. | Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями | Учебник | 2015 | ЭБС «IPRbooks» |
| 4 | Вахнина В. В., Черненко А. Н. | Системы электроснабжения | Учебно-методическое пособие | 2015 | Репозиторий ТГУ |
| 5 | Вахнина В. В., Черненко А. Н. | Проектирование систем электроснабжения | Учебно-методическое пособие | 2016 | Репозиторий ТГУ |

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия) |
|-------|-----------------|--|
| 1 | Windows | Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно |
| 2 | Office Standard | Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно |

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|-------|---|--|
| 1 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-211) | Проектор, экран; стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи. |

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|--|--|
| 2 | <p>Лаборатория «Электрооборудование станций и подстанций предприятий».</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-203)</p> | <p>Проектор, экран; столы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стенды универсальный лабораторный, стенд демонстрационный., стол компьютерный одноместный, ПК, жалюзи</p> |
| 3 | <p>Лаборатория «Производство и передача электроэнергии».</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-201)</p> | <p>Стол�ы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стенд лабораторный., столы лабораторные, шкаф, жалюзи</p> |
| 4 | <p>Помещение для самостоятельной работы студентов. (Г-401)</p> | <p>Стол�ы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет</p> |