

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: 2022

Общая трудоемкость: 8 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	1	2	Итого
Форма контроля	зачет	экзамен	
Вид занятий			
Лекции	32	32	64
Лабораторные			
Практические	16	16	32
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР			
Промежуточная аттестация	0,25	0,35	0,6
Контактная работа	48,25	48,35	96,6
Самостоятельная работа	95,75	60	155,75
Контроль		35,65	35,65
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>288</b>

Рабочую программу составил(и):  
профессор кафедры «Электроснабжение и электротехника», профессор, д.т.н., Вахнина В.В.  
*(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 2024 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры  
«Электроснабжение и электротехника»

---

(протокол заседания № 2 от «08» сентября 2021 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, комплект тестов
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка к тестированию)					
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	8	-	-	
	Пр.	Характерные особенности электроустановок предприятий различных отраслей промышленности	1	2	-	-	Комплект задач
Раздел 3 Определение расчетных нагрузок при	Лек.	Индивидуальные графики нагрузок и их характеристики	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)
случайном характере графиков нагрузок							
	Лек.	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 и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач, подготовка к тестированию)	1	12	-	-	
	Пр.	Индивидуальные и групповые графики нагрузок и их характеристики. 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
	Лек.	Основные принципы построения схем распределения электрической энергии	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)
		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, комплект тестов
	Лек.	Технические и экономические характеристики источников реактивной мощности	1	2	-	-	Темы докладов, комплект тестов

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	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 (подготовка доклада, решение задач, подготовка к тестированию)	1	10	-	-	
	Пр.	Расчет и оптимальное размещение компенсирующих устройств в системах электроснабжения	1	2	-	-	Темы докладов, комплект задач
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. Методы	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)
		математического программирования. Методы экспертных оценок, области их применения. Применение метода экспертных оценок при выборе параметров и местоположения источника питания					
Раздел 7 Выбор рациональных напряжений питающей и распределительной сети	Лек.	Выбор рационального напряжения питающей и распределительной сети аналитическими методами и методами планирования эксперимента	1	2	-	-	Комплект задач
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач, подготовка к докладу)	1	10	-	-	
	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

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, подготовка к тестированию)	1	10,75	-	-	
	Пр.	Выбор числа и номинальной мощности силовых трансформаторов ГПП и ТП с учетом характеристик нагрузок и эксплуатационных особенностей трансформаторов	1	2	-	-	Комплект задач, комплект тестов
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к промежуточной аттестации	1	13	-	-	
	ПА	Сдача зачета	1	0,25	-	-	—
<b>Итого:</b>				<b>144</b>			

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	2	-	-	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, комплект тестов
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач, подготовка к тестированию)	2	4	-	-	
Раздел 2 Обоснование схем присоединения потребителей к электроэнергосистеме	Лек.	Основные ограничения, накладываемые на СЭС в аварийных и послеаварийных режимах	2	2	-	-	Комплект задач, темы доклада
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к	2	4	-	-	

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, решение задач)					
	Пр.	Основные критерии, принимаемые при обосновании схем присоединения потребителей к электроэнергосистеме	2	2			Комплект задач, 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
	Лек.	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 (подготовка к докладу, решение задач, подготовка к тестированию)	2	6	-	-	
	Пр.	Основные положения обоснования и выбора электрооборудования систем электроснабжения	2	2			Комплект задач, темы докладов, комплект тестов

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
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, решение задач)	2	6	-	-	
	Пр.	Характерные структурные схемы подстанций с трансформаторами и автотрансформаторами на разных классах напряжения	2	2	-	-	Темы докладов, 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, комплект тестов
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач, подготовка к тестированию)	2	8	-	-	
	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, комплект тестов
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, подготовка к докладу)	2	8	-	-	
	Пр.	Основные критерии при выборе электрических схем ТЭЦ. Электрические схемы ТЭЦ с поперечными связями, блочными схемами. Основные типы АЭС. Основные критерии при выборе электрических схем АЭС	2	2	-	-	Комплект задач, темы докладов
	Лек.	Обоснование выбора схем электрических соединений ГЭС и ГАЭС.	2	2	-	-	Темы докладов
	Лек.	Схемы компоновки ГЭС и ГАЭС	2	2	-	-	Комплект тестов
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам	2	8	-	-	

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, , подготовка к тестам )					
	Пр.	Структурные схемы ГЭС и ГАЭС. 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
	Лек.	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 практическим занятиям (подготовка к докладу, подготовка к тестированию)	2	8	-	-	
	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	8	-	-	
		Контроль	2	35,65			
	ПА	Сдача экзамена	2	0,35	-	-	—
<b>Итого:</b>				<b>144</b>			

## **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 – решение задач, рекомендованных 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-1.1	Тестовые задания №№ 1-7; 15-29; 45-47; 67 Темы докладов №№ 1, 2-4, 5, 6, 7-11 Расчетные задачи №№ № 1, 2, 3, 6 Вопросы к зачету №№ 7-10, 16-24
1	ПК-1.2	Тестовые задания №№ 8-14; 52-55 Темы докладов №№ 13-16, 20 Расчетные задачи №№ 4, 7 Вопросы к зачету №№ 1-6, 11-15, 26-35, 41-42
1	ПК-1.3	Тестовые задания №№ 30-44, 48-51, 56-66, 68-100 Темы докладов №№ 14, 17-19 Расчетные задачи №№ № 5, 8 Вопросы к зачету №№ 25, 36-40
2	ПК-1.1	Тестовые задания №№ 101--109, 153-169 Темы докладов №№ 6, 13-20 Расчетные задачи №№ № 1-3 Вопросы к экзамену №№ 16-30, 43-45
2	ПК-1.2	Тестовые задания №№ 121-131, 170-200 Темы докладов №№ 7-11 Расчетные задачи №№ № 4, 5 Вопросы к экзамену №№ 1-15, 31-42, 46-53
2	ПК-1.3	Тестовые задания №№ 111-120, 132-152 Темы докладов №№ 1-5, 12 Расчетные задачи №№ № 6, 7 Вопросы к экзамену №№ 54-62

### 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 30х50 м<sup>2</sup> 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,  $P_{ср}=1420$  кВт,  $Q_{ср}=1390$  квар,  $Q_{КУ}=600$  квар,  $p_{ном.мах}=300$  кВт,  $p_{ном.мин}=11,2$  кВт,  $nЭ=51$ ); ТП2 6/0,4 кВ ( $P_{ном\Sigma}=2320$  кВт,  $P_{ср}=1200$  кВт,  $Q_{ср}=650$  квар,  $Q_{КУ}=300$  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 –  $S_{р1}=900$  кВА,  $\cos\varphi_1=0,8$ ; 2 –  $S_{р2}=800$  кВА,  $\cos\varphi_2=0,7$ ; 3 –  $S_{р3}=1100$  кВА,  $\cos\varphi_3=0,65$ ; 4 –  $S_{р4}=920$  кВА,  $\cos\varphi_4=0,7$ . В цехе имеются потребители II и III категории (доля потребителей II категории – 20%). Площадь цеха 2000 м<sup>2</sup>. 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; многшпиндельные 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 (22,222; 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**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы</b>
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  $S_2=5 \times 400$  мм<sup>2</sup>.

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  $S_2=5 \times 400$  мм<sup>2</sup>.

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  $K_p$  апериодической 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. Компонировка 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

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к зачету</b>
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

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к экзамену</b>
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

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к экзамену</b>
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

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
			<p>существенных положений; формулирует основные понятия с некоторой неточностью; затрудняется в приведении примеров, подтверждающих теоретические положения</p>
		«неудовлетворительно»	<p>обучающийся не знает значительную часть программного материала; допустил существенные ошибки в процессе изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения</p>



## 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	Ополева Г. Н.	Электроснабжение промышленных предприятий и городов	Учебное пособие	2022	ЭБС «ZNANIUM.COM»
2	Ощепков В.А., Грунин В.К., Люতারевич А.Г., Осипов Д.С.	Режимы работы нейтралей систем электроснабжения объектов	Учебное пособие	2017	ЭБС «IPRbooks»
3	Хорольский В. Я.	Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения. Проектирование СЭС	Учебное пособие	2016	ЭБС «IPRbooks»
4	Клевцов А.В.	Основы рационального потребления электроэнергии	Учебник	2020	ЭБС «IPRbooks»
5	Струченков В.И.	Методы оптимизации в прикладных задачах	Учебное пособие	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	Сибикин, Ю. Д.	Электроснабжение	Учебное пособие	2022	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	Кобелев А. В., Кочергин С. В., Печагин Е. А.	Режимы работы электроэнергетических систем	Учебное пособие	2015	ЭБС «IPRbooks»
3	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»

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
4	Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А.	Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями	Учебник	2015	ЭБС «IPRbooks»
5	Вахнина В. В., Черненко А. Н.	Системы электроснабжения	Учебно-методическое пособие	2015	Репозиторий ТГУ
6	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](https://apps.webofknowledge.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : [scopus.com](https://scopus.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : [elibrary.ru](https://elibrary.ru). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : [link.springer.com](https://link.springer.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : [sciencedirect.com](https://sciencedirect.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : [cambridge.org](https://cambridge.org). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : [neicon.ru/resources/archive](https://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: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, 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	Лаборатория «Электрооборудование станций и подстанций предприятий». 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-203)	Проектор, экран; столы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стенды универсальный лабораторный, стенд демонстрационный., стол компьютерный одноместный, ПК, жалюзи
3	Лаборатория «Производство и передача электроэнергии». 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-201)	Стол�ы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стенд лабораторный., столы лабораторные, шкаф, жалюзи
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Стол�ы, стулья, компьютеры
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)	Стол�ы, стулья, компьютеры