

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)

Северодонецкий технологический институт
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование систем электроснабжения»

По направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Магистерская программа: «Энергоменеджмент»

Северодонецк – 2025

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Проектирование систем электроснабжения» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (магистерская программа «Энергоменеджмент») – 34 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Проектирование систем электроснабжения» разработана в соответствии Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 147 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации № 1456 от 26.11.2020 г., № 82 от 08.02.2021 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент Чебан В.Г.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники «18 » февраля 2025 г., протокол №6.

Заведующий кафедрой ИТПЭ Чебан В.Г. Чебан

Переутверждена: « » 20 г., протокол № .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» «14 » марта 2025 г., протокол №7.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»

Бородач Ю.В. Бородач

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Проектирование систем электроснабжения» является: формирование у студентов базовых знаний о теоретических и практических основах проектирования промышленных систем электроснабжения и систем электроснабжения городов; ознакомление студентов с основными принципами оформления, разработки и согласования проектной и рабочей документации по электротехнической части промышленных и городских объектов.

Основными задачами данной дисциплины являются:

- изучение основных разделов проектной и рабочей документации по электротехнической части промышленных объектов;
- овладение инженерными методами расчета электрических нагрузок, потерь напряжения, токов короткого замыкания;
- овладение инженерными методами подготовки принципиальных однолинейных схем электроснабжения, схем подключения, планов прокладки воздушных и кабельных сетей, схем заземления и молниезащиты;
- формирование представлений о структуре, режимах работы и основном электрооборудовании промышленных и городских систем электроснабжения;
- формирование способностей использовать теоретические знания для решения практических задач по выбору основного электрооборудования, разработке структуры, а также расчету основных параметров и характеристик систем электроснабжения промышленных предприятий и городов;
- формирование мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области проектирования промышленных систем электроснабжения;
- формирование навыков по определению параметров и характеристик типового электрооборудования на основе паспортных и каталожных данных, по изучению и анализу нормативно-технической документации в области проектирования систем электроснабжения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Проектирование систем электроснабжения» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания классификации и особенностей систем электроснабжения, методов расчета токов короткого замыкания в сетях до 1 кВ и выше 1 кВ, особенностей расчета электрических нагрузок для систем электроснабжения предприятий и городов, способов и возможностей регулирования процессов в компенсации электроэнергии, методик выбора коммутационного и защитного электрооборудования, этапов и составных частей процесса проектирования систем электроснабжения;

умения составить однолинейную схему электроснабжения, рассчитать нагрузки, выбрать распределительную сеть, определить периодическую составляющую трёхфазного тока короткого замыкания, проектировать объекты систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования, проводить обоснование проектных решений в системах электроснабжения;

навыки расчета нагрузок систем электроснабжения промышленным предприятием и городом, выбора силового и защитного оборудования, расчета освещения, заземления и молниезащиты; проектирования объектов систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования, обоснования проектных решений в системах электроснабжения; расчёта режимов работы систем электроснабжения, составления и оформления типовой технической документации.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Моделирование в электроэнергетике», «Энергоменеджмент», «Автоматизированные системы управления энергоснабжением», «Современные проблемы электроэнергетики».

Служит основой для изучения следующих дисциплин: «Проектный менеджмент», приобретенные знания и умения используются при прохождении производственных практик, для выполнения и защиты ВКР.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1. Демонстрирует понимание принципов командной работы УК-3.2. Организует и корректирует работу других команд для достижения поставленной задачи, в том числе на основе коллегиальных решений, принимает ответственность за общий результат	Знать: принципы командной работы Уметь: принимать ответственность за общий результат Владеть: навыками организации работы членов команды
ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Формулирует техническое задание, разрабатывает и использует средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства ПК-2.2. Владеет методами выбора и расчета основных элементов электроэнергетических систем, оценки их статических и динамических характеристик ПК-2.3. Проектирует новые объекты управления электроэнергетическими системами и сетями ПК-2.4. Подготавливает предложения по техническому перевооружению и реконструкции	Знать: средства автоматизации, используемые при проектировании и технологической подготовке производства Уметь: проектировать новые объекты управления электроэнергетическими системами и сетями Владеть: методами выбора и расчета основных элементов электроэнергетических систем, оценки их характеристик
ПК-3. Способен осуществлять технико-экономическое обоснование проектов	ПК-3.1. Подбирает необходимые методы и способы технико-экономического обоснования проектов электроэнергетических систем и сетей ПК-3.2. Применяет методы расчета технических, технологических и экономических показателей по проектным решениям для электроэнергетических систем и сетей	Знать: методы расчета технических, технологических и экономических показателей проектных решений Уметь: производить расчет технических, технологических и экономических показателей проектных решений Владеть: навыками подбора методов и способов технико-экономического обоснования проектов

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5 зач. ед)	180 (5 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	70	24
Лекции	14	8
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	56	16
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа	54	54
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего с курсовая работа)	110	156
Форма аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Картограмма нагрузок активных и реактивных

Определение расчетных активных и реактивных мощностей по каждому цеху. Коэффициент использования и коэффициент спроса. Построение картограммы активных и реактивных нагрузок. Назначение картограммы нагрузок. Определение центра электрических нагрузок. Местоположение главной понизительной подстанции промышленного предприятия.

Тема 2. Электроснабжение цеха (метод упорядоченных диаграмм)

Основные пункты питания приёмников электроэнергии. Целесообразность применения пункта питания. Выбор количества и мощности трансформаторов цеховых ТП. Виды схем распределительных электросетей. Радиально-магистральная распределительная сеть 0,38-10(6) - 20 кВ без резервирования линий и трансформаторов. Петлевая распределительная сеть. Радиально-магистральная распределительная сеть 0,38-10(6) -20 кВ с резервированием линий и трансформаторов. Схемы глубоких вводов 110 - 220 кВ. Режимы работы, технико-экономические характеристики и области применения.

Тема 3. Электроснабжение промышленного предприятия

Виды источников электроснабжения промышленных предприятий, жилых домов, городов. Основные проблемы при выборе рациональной системы электроснабжения. Основные показатели качества электроэнергии. Структуры и параметры систем энергоснабжения. Определение расчетных нагрузок промышленного предприятия. Выбор силового трансформатора на ГПП. Расчет и выбор питающих линий. Составление однолинейной схемы электроснабжения предприятия.

Тема 4. Питающая и распределительные сети промышленного электроснабжения

Виды и типы проводов, используемых в распределительных сетях. Выбор сечения проводов по нагрузке. Проверка выбранного провода по экономическому сечению. Проверка сечения воздушных линий на потерю напряжению и механическую прочность. Для кабельных линий проверка на укладку и число жил, проверка кабеля на температуру окружающей среды и перегрузку

Тема 5. Схемы электроснабжения

Основные правила построения схем электроснабжения. Использование и назначение трансформаторов собственных нужд. Оперативные цепи релейной защиты. Надёжность схем

электроснабжения. Применение измерительных трансформаторов тока и напряжения. Использование компенсирующих устройств на разных ступенях трансформации.

Тема 6. Электроснабжение городского микрорайона

Основные характерные группы приемников электроэнергии, категории потребителей и требования, предъявляемые к системам электроснабжения. Индивидуальные и групповые графики нагрузок. Определение расчетных нагрузок по жилому дому и общественным зданиям. Выбор силового трансформатора на ПС. Расчет и выбор питающих линий. Составление однолинейной схемы электроснабжения.

Тема 7. Электроснабжение сельской местности

Основные требования и рекомендуемые значения номинальных напряжений. Определение расчетных нагрузок отдельных домов и общественных помещений. Выбор силового трансформатора на подстанции. Расчет и выбор питающих линий. Составление однолинейной схемы электроснабжения.

Тема 8. Заземление объектов электроснабжения

Назначение и конструкция заземляющих устройств. Расчет заземляющих устройств в установках с незаземленной или резонансно-заземленной нейтралью. Расчет заземляющих устройств в установках 110 кВ и выше с эффективно-заземленной нейтралью. Сопротивление заземления в зависимости от режима нейтрали и напряжение прикосновения.

Тема 9. Молниезащита объектов электроснабжения

Молниезащита, общие положения. Виды молниеприёмников. Особенности конструктивного выполнения молниеприемников и токоотводов. Допустимые расстояния между молниеотводом и защищаемым объектом. Расчет молниезащиты одностержневой, двухстержневой и многостержневой. Расчет тросовой молниезащиты: однотросовой и двух параллельных тросов.

Тема 10. Выбор коммутационного и защитного электрооборудования

виды высоковольтного электрооборудования. Режимы эксплуатации оборудования: нормальный и утяжелённый. Каталожные данные и выбор электрооборудования: высоковольтных выключателей, разъединителей, предохранителей, выключателей нагрузки и низковольтных выключателей, измерительных трансформаторов тока и напряжения.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Картограмма нагрузок активных и реактивных	1	0,5
2	Электроснабжение цеха (метод упорядоченных диаграмм)	2	1
3	Электроснабжение промышленного предприятия	2	1
4	Питающая и распределительные сети промышленного электроснабжения	2	1
5	Схемы электроснабжения	2	1
6	Электроснабжение городского микрорайона	1	1
7	Электроснабжение сельской местности	1	1
8	Заземление объектов электроснабжения	1	0,5
9	Молниезащита объектов электроснабжения	1	0,5
10	Выбор коммутационного и защитного электрооборудования	1	0,5
Итого:		14	8

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Определение исходных данных для выполнения курсового проекта на тему «Электроснабжение промышленного предприятия»	2	1
2	Расчет силовых электрических нагрузок до 1кВ подразделений	3	1
3	Расчет нагрузок освещения подразделений.	3	1
4	Расчет активных, реактивных и полных мощностей потребителей до 1кВ самостоятельных подразделений.	3	1
5	Расчёт электрической нагрузки системы электроснабжения.	3	1
6	Выбор номинального напряжения сети внешнего электроснабжения.	3	1
7	Выбор числа и мощности силовых трансформаторов ГПП с учетом до аварийной загрузки.	3	1
8	Выбор сечения проводников питающей линии.	3	1
9	Расчет токов КЗ на шинах 10кВ ГПП	3	1
10	Определение расчетной мощности батарей конденсаторов (БКН) и ККУ напряжением до 1кВ.	3	1
11	Определение мощности батарей конденсаторов и ККУ напряжением выше 1кВ по балансу реактивных нагрузок	3	1
12	Выбора топологической схемы и трасс кабельных линий 10кВ в СЭС	3	1
13	Проверка выбранного сечения жил кабелей 10 кВ по нагреву токами нормального и послеаварийного режима и потерям напряжения.	3	
14	Выбор топологической схемы и трасс кабельных линий 0,4 кВ	3	1
15	Выбор марки и сечения жил кабелей до 1 кВ	3	
16	Технико-экономическое сравнение вариантов внутреннего электроснабжения	2	1
17	Технико-экономические показатели СЭС 10/0,4 кВ	2	
18	Расчет технических потерь электроэнергии в системе электроснабжения	2	1
19	Расчет и выбор устройств защиты линий электропередачи, силовых трансформаторов, шин, распределительных устройств и отдельных электроустановок	2	
20	Расчет показателей надежности в структурах с последовательным, параллельным и сложным соединением элементов электроустановок.	2	1
21	Расчет показателей надежности элементов защиты и электросетевой автоматики.	2	
Итого:		56	16

4.5 .Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Проектирование систем электроснабжения, составные части проекта	Подготовка к практическим работам Выполнение курсовой работы	4	10
2	Определение электрических нагрузок и выбор схем электроснабжения	Подготовка к практическим работам Выполнение курсовой работы	6	12
3	Проектирование объектов систем электроснабжения предприятий	Подготовка к практическим работам Выполнение курсовой работы	6	10
4	Система внешнего электроснабжения предприятия	Подготовка к практическим работам Выполнение курсовой работы	6	10
5	Расчет токов короткого замыкания	Подготовка к практическим работам Выполнение курсовой работы	6	10
6	Схемы распределения электроэнергии в системах электроснабжения промышленных предприятий и городов	Подготовка к практическим работам Выполнение курсовой работы	6	10
7	Технико-экономические показатели проектирования систем электроснабжения	Подготовка к практическим работам Выполнение курсовой работы	6	10
8	Технические потери электроэнергии в системе электроснабжения	Подготовка к практическим работам Выполнение курсовой работы	6	10
9	Проектирование устройств защиты и сетевой автоматики	Подготовка к практическим работам Выполнение курсовой работы	6	10
10	Надежность систем электроснабжения предприятий	Подготовка к практическим работам Выполнение курсовой работы	4	10
11	Курсовая проект на тему: 1. «Проектирование системы электроснабжение промышленного предприятия» 2. «Проектирование системы электроснабжение городского микрорайона»	Выполнение курсовой работы	54	54
Итого:			110	156

4.7. Курсовая работа

Задачей курсовой работы является проектирование системы электроснабжение промышленного предприятия или городского микрорайона.

Темы курсовых работ.

1. Реконструкция электроснабжения городского микрорайона города.
2. Электроснабжение комплекса строительных материалов с установленной мощностью электрооборудования 7 МВт.
3. Электроснабжение промышленного предприятия с установленной мощностью электрооборудования 6,2 МВт.
4. Электроснабжение цеха механической обработки.
5. Электроснабжение участка кондитерского цеха.
6. Электроснабжение насосной станции.

7. Электроснабжение участка хлебобулочного цеха.
8. Электроснабжение литейного цеха механического завода.
9. Проектирование электроснабжения хлебопекарного завода.
10. Проектирование системы электроснабжения 0,4 кВ сельского населенного пункта.
11. Расчет электрической сети сборочного цеха машиностроительного завода.
12. Модернизация электроснабжения электроаппаратного завода.
13. Модернизация электроснабжения швейной фабрики.
14. Проектирование электроснабжения завода строительных материалов.

Методика проведения курсовой работы электроснабжения предприятий и городов.

На кафедре имеются задания на курсовую работу систем электроснабжения промышленных предприятий и городов. Задания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения. Каждое задание содержит генплан промышленного предприятия или городского микрорайона, представленный на соответствующем рисунке. На генплане на одном из цехов предприятия указан размер. По этому размеру можно найти площади отдельных цехов и территории предприятия. При проектировании следует учесть наличие и расположение железнодорожных путей на промышленном предприятии.

В таблице каждого задания приведена ведомость установленных мощностей для групп электроприемников. Там, где имеется, указана высоковольтная нагрузка цехов.

Каждая курсовая работа должна быть выполнена в виде пояснительной записи объемом 35-40 страниц печатного текста и графической части в виде 2-х чертежей формата А1.

Содержание пояснительной записи:

1. Технический паспорт проекта.
2. Введение.
3. Краткая характеристика объекта проектирования.
4. Определение ожидаемых электрических нагрузок по цеху (ремонтно-механическому или электроремонтному) и по предприятию.
5. Выбор и обоснование места сооружения цеховых трансформаторных подстанций, распределительных пунктов и ГПП. Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых трансформаторных подстанций, ГПП с учетом компенсации реактивной мощности.
6. Выбор и обоснование схемы электроснабжения предприятия.
7. Расчет токов короткого замыкания.
8. Выбор электрооборудования и схем внешнего и внутреннего электроснабжения предприятия.

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде, самостоятельная работа, проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Проектирование систем электроснабжения : учебное пособие / Т. Ф. Малахова, С. Г. Захаренко, С. А. Захаров, Д. С. Кудряшов. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 81 с. — ISBN 978-5-00137-045-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122215>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Извеков, Е. А. Проектирование систем электроснабжения. Курсовое проектирование / Е. А. Извеков, В. В. Карташев, И. В. Лакомов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 152 с. — ISBN 978-5-507-44642-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/231503>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Дементьев, Ю. Н. Проектирование и расчет систем электроснабжения объектов и электротехнических установок : учебное пособие / Ю. Н. Дементьев. — Томск : ТПУ, 2019. — 363 с. — ISBN 978-5-4387-0858-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/246104>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Костюченко, Л. П. Проектирование систем сельского электроснабжения : учебное пособие / Л. П. Костюченко. — 3-е изд., испр. и доп. — Красноярск : КрасГАУ, 2016. — 264 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130092>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Родыгина, С. В. Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения. Проектирование СЭС : учебное пособие / С. В. Родыгина. — Новосибирск : НГТУ, 2016. — 64 с. — ISBN 978-5-7782-3076-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118119>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Родыгина, С. В. Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения. Передача, распределение, преобразование электрической энергии : учебное пособие / С. В. Родыгина. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 72 с. — ISBN 978-5-7782-3341-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118101>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Савина, Н. В. Проектирование развития электроэнергетических систем и электрических сетей : методические указания / Н. В. Савина. — Благовещенск : АмГУ, 2013. — 65 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156471>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Савина, Н. В. Проектирование развития электроэнергетических систем и электрических сетей : методические указания / Н. В. Савина. — 2-е изд., испр. и доп. — Благовещенск : АмГУ, 2017. — 65 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156470>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Сазыкин В. Г. Проектирование систем электроснабжения. Кн. 1. Организация проектирования : учебн. пособие / В. Г. Сазыкин; КубГАУ им. И.Т. Трубилина. — Краснодар, 2019. — 248 с.

в) методические указания:

Методические указания к курсовому и дипломному проектированию «Проектирование электроснабжения промышленного предприятия» по дисциплине «Проектирование систем электроснабжения» для студентов очной и заочной форм обучения / А.С. Захарчук – Луганск: Луганский государственный университет им. В. Даля, 2022. – 57 с.

в) Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф>
2. Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации – <http://www.mnr.gov.ru>
3. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru>
4. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
5. Министерство природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР – <https://www.mprlnr.su>
6. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
7. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
8. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru>
9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru>
10. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru>

Электронные библиотечные системы и ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARI.RU» – <http://elibrary.ru>
4. ЭБС Издательства «ЛАНЬ» – <https://e.lanbook.com>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Проектирование систем электроснабжения» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам. Лекционные и практические занятия могут проводиться в компьютерном классе (компьютеры с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде) или с применением презентационной техники (проектор, экран, компьютер).

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 https://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

**Паспорт
оценочных средств по учебной дисциплине
«Проектирование систем электроснабжения»**

Перечень компетенций, формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компете- нции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по дисциплине)	Темы учебной дисциплины	Этапы формиро- вания (семестр изучения)
1	УК-3.	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1. Демонстрирует понимание принципов командной работы УК-3.2. Организует и корректирует работу других команд для достижения поставленной задачи, в том числе на основе коллегиальных решений, принимает ответственность за общий результат	Тема 1. Картограмма нагрузок активных и реактивных Тема 2. Электроснабжение цеха (метод упорядоченных диаграмм) Тема 3. Электроснабжение промышленного предприятия Тема 4. Питающая и распределительные сети промышленного электроснабжения Тема 5. Схемы электроснабжения Тема 6. Электроснабжение городского микрорайона Тема 7. Электроснабжение сельской местности Тема 8. Заземление объектов электроснабжения Тема 9. Молниезащита объектов электроснабжения Тема 10. Выбор коммутационного и защитного электрооборудования	3

2	ПК-2.	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	<p>ПК-2.1. Формулирует техническое задание, разрабатывает и использует средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства</p> <p>ПК-2.2. Владеет методами выбора и расчета основных элементов электроэнергетических систем, оценки их статических и динамических характеристик</p> <p>ПК-2.3. Проектирует новые объекты управления электроэнергетическими системами и сетями</p> <p>ПК-2.4. Подготавливает предложения по техническому перевооружению и реконструкции</p>	<p>Тема 1. Картограмма нагрузок активных и реактивных</p> <p>Тема 2. Электроснабжение цеха (метод упорядоченных диаграмм)</p> <p>Тема 3. Электроснабжение промышленного предприятия</p> <p>Тема 4. Питающая и распределительные сети промышленного электроснабжения</p> <p>Тема 5. Схемы электроснабжения</p> <p>Тема 6. Электроснабжение городского микрорайона</p> <p>Тема 7. Электроснабжение сельской местности</p> <p>Тема 8. Заземление объектов электроснабжения</p> <p>Тема 9. Молниезащита объектов электроснабжения</p> <p>Тема 10. Выбор коммутационного и защитного электрооборудования</p>	3
3	ПК-3.	Способен осуществлять технико-экономическое обоснование проектов	<p>ПК-3.1. Подбирает необходимые методы и способы технико-экономического обоснования проектов электроэнергетических систем и сетей</p> <p>ПК-3.2. Применяет методы расчета технических, технологических и экономических показателей по проектным решениям для электроэнергетических систем и сетей</p>	<p>Тема 1. Картограмма нагрузок активных и реактивных</p> <p>Тема 2. Электроснабжение цеха (метод упорядоченных диаграмм)</p> <p>Тема 3. Электроснабжение промышленного предприятия</p> <p>Тема 4. Питающая и распределительные сети промышленного электроснабжения</p>	3

				<p>Тема 5. Схемы электроснабжения</p> <p>Тема 6. Электроснабжение городского микрорайона</p> <p>Тема 7. Электроснабжение сельской местности</p> <p>Тема 8. Заземление объектов электроснабжения</p> <p>Тема 9. Молниезащита объектов электроснабжения</p> <p>Тема 10. Выбор коммутационного и защитного электрооборудования</p>	
--	--	--	--	---	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	УК-3	УК-3.1. Демонстрирует понимание принципов командной работы УК-3.2. Организует и корректирует работу других команд для достижения поставленной задачи, в том числе на основе коллегиальных решений, принимает ответственность за общий результат	Знать: принципы командной работы Уметь: принимать ответственность за общий результат Владеть: навыками организации работы членов команды	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10.	Вопросы для контроля усвоения теоретического материала, тестовые задания, выполнение задания на практических занятиях
2	ПК-2	ПК-2.1. Формулирует техническое задание, разрабатывает и использует средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства ПК-2.2. Владеет методами выбора и расчета основных элементов электроэнергетических систем, оценки их статических и динамических характеристик ПК-2.3. Проектирует новые объекты управления электроэнергетическими системами и сетями ПК-2.4. Подготавливает предложения по техническому перевооружению и реконструкции	Знать: средства автоматизации, используемые при проектировании и технологической подготовке производства уметь: проектировать новые объекты управления электроэнергетическими системами и сетями владеть: методами выбора и расчета основных элементов электроэнергетических систем, оценки их характеристик	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10.	Вопросы для контроля усвоения теоретического материала, тестовые задания, выполнение задания на практических занятиях

3	ПК-3	<p>ПК-3.1. Подбирает необходимые методы и способы технико-экономического обоснования проектов электроэнергетических систем и сетей</p> <p>ПК-3.2. Применяет методы расчета технических, технологических и экономических показателей по проектным решениям для электро-энергетических систем и сетей</p>	<p>Знать: методы расчета технических, технологических и экономических показателей проектных решений</p> <p>Уметь: производить расчет технических, технологических и экономических показателей проектных решений</p> <p>Владеть: навыками подбора методов и способов технико-экономического обоснования проектов</p>	<p>Тема 1.</p> <p>Тема 2.</p> <p>Тема 3.</p> <p>Тема 4.</p> <p>Тема 5.</p> <p>Тема 6.</p> <p>Тема 7.</p> <p>Тема 8.</p> <p>Тема 9.</p> <p>Тема 10.</p>	<p>Вопросы для контроля усвоения теоретического материала, тестовые задания, выполнение задания на практических занятиях</p>
---	------	---	--	--	--

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

8.1. Тестовые задания

(низкий уровень)

1. Что дает объединение электростанций в единую энергосистему?
 - а) Повысить надежность электроснабжения потребителей
 - б) Повысить коэффициент мощности в энергосистеме
 - в) Снизить токи к.з. в энергосистеме
2. От чего зависит частота тока в энергосистеме?
 - а) Скорости вращения генератора на электростанции
 - б) Тока возбуждения генератора на электростанции
 - в) Мощности генератора на электростанции
3. Как подразделяются электростанции?
 - а) По виду энергии, потребляемой первичным двигателем
 - б) По месту расположения электростанции
 - в) По мощности электростанции
4. Длительный опыт эксплуатации энергосистем показал целесообразность?
 - а) Соединения отдельных энергосистем между собой
 - б) Отдельной работы энергосистем
 - в) Объединение энергосистем по месту расположения
5. Какой частоты в нашей стране производится и распределяется трёхфазный переменный ток?
 - а) 50 Герц
 - б) 55 Герц
 - в) 60 Герц

6. Какой документ регламентирует требования к системам электроснабжения?
- Правила устройства электроустановок (ПУЭ)
 - Строительные нормы и правила (СНиП)
 - Документация потребителей
7. Что является особенностью работы электростанции?
- Выработать столько электроэнергии, сколько её требуется в данный момент
 - Выработать больше электроэнергии, чем её требуется
 - Выработать меньше электроэнергии, чем её требуется
8. Как на действующих предприятиях строятся годовые графики нагрузок?
- по типовым графикам для двух типовых дней в год путем суммирования
 - сумма всех суточных графиков за весь год
 - сумма графиков нагрузки за каждый месяц
9. Что представляет собой годовой график нагрузки?
- кривую изменения убывающей нагрузки в течении года
 - кривую изменения возрастающей нагрузки в течении года
 - кривую изменения средней нагрузки
10. О чём дает наглядное представление график нагрузки?
- об характере потребления энергии электроустановками за рассматриваемый период
 - об изменениях напряжения электроустановок за рассматриваемый период
 - об изменениях потребляемой мощности за рассматриваемый период
11. Какие из показателей качества электроэнергии оказывают наибольшее влияние на режим работы электроприемников и электрооборудования сетей?
- Отклонения и колебания напряжения
 - Качения напряжения
 - Отклонение частоты
12. Чем регламентируются нормы качества электроэнергии в нашей стране?
- ГОСТом
 - СНиПом
 - ПУЭ
13. Что чаще всего является причиной колебания напряжения на определенном участке сети?
- Резкие изменения нагрузки
 - Короткое замыкание
 - Перенапряжения
14. Что вызывает несинусоидальность напряжения?
- Электроприемники с нелинейными вольтамперными характеристиками
 - Электроприемники работающие в повторно-кратковременном режиме
 - Электроприемники с нагрузкой ниже 20%
15. Что вызывает несимметричность напряжения в сети?
- Электроприемники, включенные на фазное напряжение
 - Электроприемники включенные на линейное напряжение
 - Электроприемники работающие в кратковременном режиме
16. Сколько существует категорий электроприемников по надежности электроснабжения?
- 3 категории
 - 2 категории
 - 5 категорий
17. Сколько источников питания должны обеспечивать электроэнергией электроприемники I категории?
- 2 независимых взаиморезирирующих источника питания
 - 2 независимых друг от друга источника питания
 - 1 источник питания

18. На какое время допустимо отключение потребителей II-й категории?
- а) не более 2 часов
 - б) не более 3 часов
 - в) не более 4 часов
19. На какое время допустимо отключение потребителей I-й категории?
- а) На время автоматического восстановления питания
 - б) Не более 24 часов
 - в) На время ручного восстановления питания
20. Для чего служат внутрицеховые электрические сети напряжением до 1 кВ?
- а) Для распределения электроэнергии внутри цехов предприятия
 - б) Для распределения электроэнергии по всему предприятию
 - в) Для распределения электроэнергии между цехами
21. Во что преобразовывается активная энергия, потребляемая электроприемниками?
- а) Преобразовывается в другой вид энергии, (механическую, тепловую и т.д.)
 - б) Полностью расходуется на покрытие всех потерь в электрических сетях
 - в) Для нормальной работы силовых трансформаторов на подстанциях
22. На что расходуется реактивная мощность Q?
- а) На создание магнитных полей в электродвигателях, трансформаторах, линиях
 - б) На увеличение пропускной способности трансформаторов
 - в) На снижение активных потерь в системах электроснабжения
23. Реактивная индуктивная мощность является?
- а) Потребляемой
 - б) Генерируемой
 - в) Компенсируемой
24. Что называется коэффициентом мощности электрической цепи?
- а) косинус угла между активной и полной мощностью из треугольника мощностей
 - б) косинус угла между активной и реактивной мощностью из треугольника мощностей
 - в) косинус угла между реактивной и полной мощностью из треугольника мощностей
25. Что обеспечивает правильное определение ожидаемых расчетных нагрузок?
- а) бесперебойность питания, надежность электроснабжения
 - б) безопасность эксплуатации
 - в) возможность эксплуатации сети без обслуживания
26. К чему приводит завышение ожидаемых нагрузок?
- а) к удорожанию строительства
 - б) к уменьшению пропускной способности
 - в) к нагреву проводов
27. Для чего предназначены предохранители?
- а) Для защиты от тока короткого замыкания
 - б) Для защиты от перегрузки
 - в) Для защиты от перенапряжений
28. Что является рабочим элементом предохранителя?
- а) Плавкая вставка
 - б) Диэлектрический корпус
 - в) Магнитный расцепитель
29. Какими параметрами характеризуются предохранители?
- а) Номинальный ток электромагнитного расцепителя
 - б) Номинальный ток предохранителя
 - в) Номинальный ток плавкой вставки
30. По каким параметрам строится характеристика предохранителя?
- а) По времени и току
 - б) По току и напряжению
 - в) По времени и мощности

31. Какого из перечисленных классов напряжения не существует в промышленности?

- а) 550 кВ
- б) 330 кВ
- в) 110 кВ

32. По какому признаку разбиваются однофазные электроприемники на группы?

- а) Равномерно по фазам
- б) По месту расположения на отдельные группы

в) По номинальной мощности на крупные узлы (распределительные пункты и шинопроводы)

33. Допустимая неравномерность распределения потребителей по фазам для напряжения 380 В согласно ПУЭ?

- а) 15 %
- б) 10 %
- в) 30 %

34. Чем должны защищаться электросети и электроприёмники напряжением до 1000 В?

- а) Маломасляными выключателями
- б) Предохранителями
- в) Автоматическими выключателями

35. Для защиты от чего предназначены предохранители?

- а) От токов короткого замыкания
- б) От перенапряжений
- в) От перегрузки

36. К чему может привести чрезмерно высокая температура нагрева проводника?

- а) К преждевременному износу и старению изоляции
- б) К улучшению его работы
- в) К целесообразной эксплуатации электрической сети

37. С чего начинается расчет сети по нагреву?

- а) С выбора марки проводника
- б) С выбора длины проводника
- в) С выбора защитной аппаратуры

38. Что происходит с проводниками электрических сетей от прохождения по ним тока выше номинального?

- а) Нагреваются выше допустимых значений
- б) Усиленно охлаждаются
- в) Ничего не происходит

39. Для чего необходима проверка защищенности сетей защитными аппаратами от токов к.з.?

- а) Для обеспечения целостности проводника
- б) Для выбора защитной аппаратуры
- в) Для выбора сечения проводника

40. Какой недостаток у радиальных схем?

- а) Малая экономичность, большое число защитной и коммутационной аппаратуры.
- б) Низкая надежность электроснабжения
- в) Упрощает конструкции цеховой подстанции

41. В каких сетях возможно применить расчет электрических нагрузок методом упорядоченных диаграмм (методом коэффициента максимума)?

- а) В сетях напряжением до 1000 В
- б) В электрических напряжением выше 1000 В крупных предприятий
- в) Класс напряжения и мощность предприятия не влияет на метод расчета электрических нагрузок

42. Для чего необходимо производить расчет электрических нагрузок?

- а) Для выбора мощности трансформатора и целом всей системы электроснабжения

б) Для выбора сечения распределительной сети

в) Для выбора защитной аппаратуры всех электроприемников цех или предприятия

43. Каким должно быть напряжение на выводах для нормальной работы электроприемника?

а) близким к номинальному значению

б) больше номинального значения

в) меньше номинального значения

44. Сколько должно составлять допустимое отклонение напряжения у электроприёмников?

а) не выше 5%

б) не менее 3%

в) не выше 10%

45. Для чего предназначены распределительные пункты?

а) Для приёма и распределения электроэнергии

б) Для производства и распределения электроэнергии

в) Для учёта электроэнергии

46. Как различаются распределительные пункты по конструктивному исполнению?

а) С зажимами на вводе и с автоматическими выключателями

б) Навесные, напольные, утопленные

в) С однополюсными и трехполюсными автоматическими выключателями на отходящих линиях

47. Что такое короткое замыкание?

а) Всякое случайное или преднамеренное, непредусмотренное нормальным режимом работы, электрическое соединение различных точек между собой или землей, при котором токи в ветвях резко возрастают

б) Всякое случайное или преднамеренное, непредусмотренное нормальным режимом работы, электрическое соединение различных точек между собой или землей, при котором токи в ветвях резко уменьшаются за счет увеличения напряжения

в) Всякое случайное или преднамеренное, непредусмотренное нормальным режимом работы, электрическое соединение различных точек между собой или землей, при котором токи в ветвях плавно увеличиваются

48. Какой вид короткого замыкания наиболее часто возникает в сети?

а) однофазное короткое замыкание

б) двухфазное короткое замыкание

в) трехфазное короткое замыкание

49. К чему приводит старение изоляции?

а) к возникновению короткого замыкания

б) к уменьшению пропускной способности токоведущих частей

в) к снижению напряжения в сети

50. По какому виду короткого замыкания необходимо выбирать силовое электрооборудование?

а) трехфазное короткое замыкание

б) двухфазное короткое замыкание

в) однофазное короткое замыкание

51. От чего зависит величина тока короткого замыкания?

а) от мощности энергосистемы

б) от мощности потребителей

в) от вида распределительного устройства

52. От чего зависит выбор типа разъединителя?

а) от места его установки

б) от условий среды

в) от величины нагрузки

53. По какому параметру выбираются трансформаторы напряжения?

- а) по номинальному напряжению
- б) по нагрузке
- в) по току

54. От чего зависит число часов использования максимума нагрузки?

- а) от числа смен в сутки
- б) от числа силовых трансформаторов на ТП
- в) от номинального напряжения сети

55. Что позволяет осуществить метод выбора сечения токоведущих частей по экономической плотности тока?

- а) при минимальном сечении провода обеспечить наименьшие потери электроэнергии
- б) уменьшить номинальные токи в сети
- в) повысить потери напряжения

56. В процессе К.З. проводники нагреваются. Что происходит с сопротивлением?

- а) увеличивается
- б) уменьшается
- в) остается неизменным

57. Для чего применяют трансформаторные подстанции?

- а) для электроснабжения предприятия
- б) для экономии электроэнергии
- в) для безопасности предприятия

58. Как должны располагаться подстанции по отношению к центрам, подключенных к ним нагрузок?

- а) максимально близко
- б) максимально отдаленно
- в) независимо

59. Зависит ли выбор расположения трансформаторной подстанции от местных условий среды?

- а) да
- б) нет
- в) частично

60. Какие бывают заземлители для выполнения заземления?

- а) натуральные
- б) естественные
- в) искусственные

61. Чем комплектуют закрытые распределительные устройства напряжением 6-10 кВ?

- а) ячейками КРУ внутренней установки
- б) ячейками КРУ наружной установки
- в) открыто установленным оборудованием

62. По какому методу удобно определить центр энергетических нагрузок?

- а) метод нахождения геометрического центра тяжести плоской фигуры
- б) метод аналогии массы и электронагрузками
- в) методом удельной плотности электрических нагрузок

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тестовые задания»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5 (отлично)	85 – 100% правильных ответов
4 (хорошо)	71 – 85% правильных ответов
3 (удовлетворительно)	61 – 70% правильных ответов
2 (неудовлетворительно)	60% правильных ответов и ниже

8.2. Тестовые задания

(средний уровень)

1. Мощность каждого из двух силовых трансформаторов, установленных на подстанции, питающей потребителей первой и второй категории, равна

- а) 50% полной нагрузки потребителей
- б) 60% полной нагрузки потребителей
- в) 75% полной нагрузки потребителей
- г) 100% полной нагрузки потребителей

2 Основным нормативным документом, регламентирующим структуру и содержание проектной документации является:

- а) ГОСТ 13109-97.
- б) Постановление Правительства РФ № 87.
- в) Правила устройства электроустановок.
- г) Строительные нормы и правила.

3 Основным нормативным документом, регламентирующим правила оформления проектной и рабочей документации является:

- а) ГОСТ 21.1101-2013.
- б) Постановление Правительства РФ № 87.
- в) Правила устройства электроустановок.
- г) Строительные нормы и правила.

4 Коэффициент, отражающий меру использования установленной мощности электроприемника согласно технологическому процессу:

- а) Коэффициент расчетной нагрузки.
- б) Коэффициент максимума.
- в) Коэффициент одновременности.
- г) Коэффициент использования.

5 Потребитель и электроприемник это:

- а) Одно и то же.
- б) Потребитель – совокупность различных электроприемников, объединенных единым технологическим циклом или территориальной принадлежностью.
- в) Электроприемник – это два и более потребителя.
- г) Мощность электроприемника меньше мощности потребителя.

6 Распределительным устройством называется электроустановка, предназначенная для

- а) приема и преобразования электроэнергии
- б) приема электроэнергии
- в) приема и распределения электроэнергии
- г) распределения электроэнергии

7 Электроподстанцией называется электроустановка, предназначенная для

- а) приема электроэнергии
- б) приема и распределения электроэнергии
- в) приема и преобразования электрической энергии
- г) приема, преобразования, и распределения электрической энергии

8 Ячейки КРУ и КСО для распределительных устройств 6(10) кВ конструктивно отличаются следующими признаками:

- а) Область применения КРУ ограничена.
- б) Ячейки КСО обладают большей степенью унификации.
- в) Ячейки КРУ оснащены выкатными выключателями и обслуживаются с двух сторон.
- г) Камеры КСО обладают большими габаритами.

9 Трансформаторы ТМЗ-1600 и ТСЗ-1600 отличаются следующим признаком:

- а) Типом изоляции обмоток.
- б) Степенью использования мощности.

- в) Количество обмоток
- г) Током короткого замыкания.

10 Мощность силовых трансформаторов выбирается по:

- а) Расчетной активной мощности.
- б) Расчетной полной мощности.
- в) Расчетной реактивной мощности
- г) Расчетной полезной мощности.

11 Питание по первой категории надежности электроснабжения отличается от второй категории:

- а) Количество питающих линий.
- б) Поперечным сечением питающих линий.
- в) Временем ввода резерва
- г) Типом силового трансформатора.

12 Шкаф управления оперативным током РУ необходим для:

- а) Питания оперативных цепей РУ.
- б) Питания систем внутреннего освещения.
- в) Питания систем рабочего освещения
- г) Питания бытовых приборов в РУ.

13 Регулирование напряжения силового трансформатора осуществляется:

- а) На вторичной обмотке.
- б) На первичной обмотке.
- в) На первичной и вторичной обмотке
- г) На вводном автомате к трансформатору.

14 Коэффициент трансформации трансформатора тока выбирается по:

- а) Расчетному току вторичной обмотки.
- б) Расчетному току первичной обмотки.
- в) Сечению питающего кабеля
- г) Сечению отходящего кабеля.

15 К основным электротехническим показателям проекта относится:

- а) Число питающих линий.
- б) Площадь электропомещений.
- в) Расчетная активная мощность
- г) Ток короткого замыкания.

16. Категория надежности электроснабжения промышленных потребителей определяется:

- а) Режимом работы бытовых электроприемников
- б) Режимом работы технологических электроприемников
- в) Режимом работы электроприемников освещения
- г) Режимом работы электроприемников ремонтного оборудования

17. Минимальный диаметр проводов и кабелей устанавливается в зависимости от

- а) применяемого силового трансформатора
- б) применяемого типа опор ЛЭП
- в) величины 3-х фазного симметричного короткого замыкания
- г) передаваемой мощности, механической прочности, потерь на корону

18. Индуктивное сопротивление 1 км воздушной линии напряжением выше 1 кВ равно

- а) $x_0 = 0,1 \text{ Ом/км}$
- б) $x_0 = 0,25 \text{ Ом/км}$
- в) $x_0 = 0,4 \text{ Ом/км}$
- г) $x_0 = 0,6 \text{ Ом/км}$

19. В каких случаях можно использовать металлоконструкции зданий и сооружений в качестве элементов заземления и молниезащиты:

- а) Если их поперечное сечение значительно

б) Если они соединены с землей и имеют между собой непрерывную электрическую связь

в) Если их длина больше 10 метров

г) Если удельное сопротивление грунта незначительно

20. В условиях нефтепромыслов с учетом значительной территориальной рассредоточенности производственных объектов электрические сети выполняются преимущественно:

а) Воздушными линиями

б) Кабельными линиями

в) Шинопроводами

г) Токопроводами

21. Какой вид документации обладает наибольшей степенью детализации принятых технических решений:

а) Проектная документация

б) Рабочая документация

в) Общие технические решения

г) Технико-экономическое обоснование

22. Компенсация реактивной мощности позволяет:

а) Снизить величину полной мощности

б) Повысить величину активной мощности

в) Снизить величину активной мощности

г) Увеличить потребляемый ток

23. Каким образом подключается трансформатор собственных нужд (ТСН) в РУ 6(10) кВ:

а) После вводного выключателя

б) До вводного выключателя

в) К секции сборных шин

г) К секционному выключателю

24. Какой измерительный трансформатор позволяет определить несимметрию в электрической сети:

а) Трансформатор тока нулевой последовательности

б) Трансформатор напряжения

в) Трансформатор тока

г) Трансформатор тока прямой последовательности

25. При проектировании двухтрансформаторных подстанций распределение электроприемников необходимо выполнять:

а) Рабочие и резервные на разные секции шин с учетом равномерного распределения нагрузки по секциям

б) В случайном порядке с учетом равномерного распределения нагрузки по секциям

в) С учетом функционального назначения электроприемников

г) С учетом только рабочих нагрузок

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тестовые задания»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5 (отлично)	85 – 100% правильных ответов
4 (хорошо)	71 – 85% правильных ответов
3 (удовлетворительно)	61 – 70% правильных ответов
2 (неудовлетворительно)	60% правильных ответов и ниже

8.3. Вопросы для контроля усвоения теоретического материала (средний уровень)

1. Какие основные характерные группы приёмников имеются на предприятии?
2. Что представляют собой осветительные приёмники?
3. Для чего предназначены преобразовательные установки?
4. На каком токе работают сварочные установки?
5. Сколько категорий по степени бесперебойности электроснабжения? Дать характеристику каждой категории.
6. Какие производственные среды могут быть в цехах промышленного предприятия?
7. Какие исходные данные используются при расчете нагрузок?
8. Какие виды нагрузок определяются?
9. Метод расчета осветительной нагрузки.
10. Что являются пунктами питания приёмников электроэнергии?
11. Когда необходимо в цехах устанавливать РУ-6(10) кВ?
12. Какие условия работы силовых трансформаторов считаются экономичными?
13. Для чего необходимо выбирать компенсирующие устройства? Как определяется мощность КУ?
14. Какая перегрузочная способность допускается для трансформаторов ГПП?
15. Для каких режимов производят выбор трансформаторов ГПП?
16. Сколько ступеней может иметь схема электроснабжения?
17. Для каких потребителей применяется глубокое секционирование?
18. Когда применяются магистральные схемы, когда радиальные?
19. Когда применяются двухступенчатые радиальные схемы?
20. Назначение картограммы нагрузок предприятия.
21. Как определить местоположение ГПП или ГРП промышленного предприятия?
22. Как строится картограмма нагрузок?
23. Что такое ЦЭН? Как определить?
24. Зачем построена картограмма реактивных мощностей?
25. Как выбрать сечение воздушных линий, питающих завод?
26. Существующие методы расчета электрических нагрузок завода.
27. Выбор силовых трансформаторов на предприятии.
28. Категории надежности электроснабжения.
29. Коэффициенты загрузки силовых трансформаторов в нормальном и аварийном режиме.
30. Схемы электроснабжения для промышленного предприятия согласно категориям надежности.
31. Классификация систем электроснабжения.
32. Картограмма активных нагрузок и определение ЦЭН.
33. Приведите примеры методов расчета электрических нагрузок.
34. Определение электрических нагрузок промышленного предприятия.
35. Определение электрических нагрузок для городского электроснабжения.
36. Категории электроприёмников, надёжность электроснабжения.
37. Выбор силовых трансформаторов в системе электроснабжения.
38. Составление схем электроснабжения (однолинейной принципиальной схемы 2-х ступеней напряжения).
39. Этапы проектирования.
40. Составные части процесса проектирования.
41. Выбор воздушных линий, питающих трансформаторные подстанции.
42. Выбор кабельных линий, питающих трансформаторные подстанции.
43. Коэффициенты загрузки силовых трансформаторов в нормальном и аварийном режиме.

44. Схемы электроснабжения для промышленного предприятия согласно категориям надежности.
45. Какие схемы электроснабжения применяют для городского электроснабжения?
46. Как определить местоположение ГПП или ГРП промышленного предприятия?
47. Как строится картограмма нагрузок?
48. Что такое ЦЭН? Как определить?
49. Зачем построена картограмма реактивных мощностей?
50. Выбор силовых трансформаторов в системе электроснабжения.
51. Виды заземления.
52. Сопротивление заземления в зависимости от режима нейтрали.
53. Как рассчитать заземление для КТП 10/0,4 кВ?
54. Виды молниезащит, материал молниеприёмника и отводов к заземлителям.
55. Допустимые расстояния между молниеотводом и защищаемым объектом.
56. Категории электроприёмников, надёжность электроснабжения.
57. Расчет зоны защиты при одном стержневом молниеотводе.
58. Молния и её характеристики, воздействие молнии.
59. Расчет зоны защиты двух параллельных тросов.
60. Расчет зоны защиты при одном стержневом молниеотводе.
61. Особенности конструктивного выполнение молниеприёмников и токоотводов.
62. Расчет зоны защиты при тросовом молниеотводе.
63. Надёжность схем электроснабжения.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
«Вопросы для контроля усвоения теоретического материала»**

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5 (отлично)	Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
4 (хорошо)	Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

8.4 Практическое (прикладное) задание

(высокий уровень)

Задания, выполняемые на практических занятиях:

1. Письменная работа 1.

Сначала приводится вся нагрузка к условному длительному режиму, группируется по месту и способу подключения.

Затем методом упорядоченных диаграмм рассчитывается электрическая нагрузка по цеху и выбирается силовой трансформатор или трансформаторы согласно категории надёжности электроснабжения. Результатом расчета является составленная схема электроснабжения цеха. Исходные данные индивидуально задаются преподавателем.

2. Письменная работа 2.

Выполняется расчет электрических нагрузок по предприятию методом коэффициента спроса. По результатам расчета электрических нагрузок на двух ступенях трансформации необходимо выбрать силовые трансформаторы на ГПП и составить однолинейную схему электроснабжения предприятия. Исходные данные индивидуально задаются преподавателем.

3. Письменная работа 3.

При заданном плане микрорайона выполняется расчет электрических нагрузок каждого жилого дома и общественного помещения согласно методическим указаниям к практическому занятию по данной теме. После группировки объектов электроснабжения выбираются силовые трансформаторы и составляется однолинейная схема электроснабжения. Исходные данные индивидуально задаются преподавателем.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Практическое задание»

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
5 (отлично)	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание. Показал отличные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала.
4 (хорошо)	Обучающийся выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках освоенного учебного материала.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся выполнил задание неправильно. При выполнении обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала.

8.5 Вопросы к защите курсовой работы

1. Порядок проектирования развития ЭЭС и электрических сетей.
2. Структура технического задания на проектирование объектов и подсистем ЭЭС.
3. Нормативно-техническая документация, используемая при проектировании развития электроэнергетических систем и электрических сетей.
4. Экспертиза проектных и новых технологических решений
5. Средства автоматизации, используемые при проектировании электрических сетей.
6. Назначение и составление балансов мощности и энергии при проектировании.
7. Определение нагрузки узлов при проектировании.
8. Состав исходных данных для проектирования развития ЭЭС и электрических сетей.

9. Назначение структурного анализа существующей электрической сети и порядок его проведения.
10. Привести соответствие между климатическими характеристиками района проектирования и разделами проекта, где они используются.
11. Перечислить технические критерии и ограничения, используемые при разработке вариантов конфигурации электрической сети.
12. Условия сопоставимости вариантов развития электроэнергетических систем и их объектов.
13. Алгоритм проектирования магистральных электрических сетей.
14. Алгоритм проектирования распределительных электрических сетей.
15. Определение потерь мощности и энергии при проектировании ЭЭС.
16. Критерий экономического сопоставления вариантов электрической сети, используемый при проектировании развития ЭЭС.
17. Учет надежности при проектировании электрических сетей.
18. Себестоимость транспорта электроэнергии.
19. Схемы электрических сетей.
20. Схемы электрических соединений подстанций.
21. Принципы разработки вариантов развития ЭЭС и электрических сетей.
22. Назначение и порядок технического анализа вариантов конфигурации электрической сети.
23. Выбор номинальных напряжений электрической сети при ее развитии.
24. Выбор конструктивных элементов ВЛ.
25. Выбор конструктивного исполнения КЛ.
26. Выбор и проверка экономически целесообразных сечений линий электропередачи.
27. Выбор сечений проводов ВЛ методом экономических токовых интервалов.
28. Выбор сечений проводников по нагреву длительно-допустимым током.
29. Выбор сечений проводников по допустимой потере напряжения.
30. Балансовый расчет компенсации реактивной мощности.
31. Выбор компенсирующих устройств методом поперечной компенсации.
32. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.
33. Подготовка исходной информации для расчета режимов с помощью ПВК.
34. Характеристика ПВК, используемых для расчета режимов.
35. Проверка правильности расчетов режимов с помощью ПВК.
36. Нормативные требования к расчетным условиям в ЭЭС.
37. В чем заключается анализ режимов, и с какой целью его проводят.
38. Регулирование напряжения.
39. Пути повышения пропускной способности электрических сетей.
40. Методы снижения потерь электроэнергии при проектировании электрических сетей.

Защита курсовой работы может проходить в виде доклада студента и ответов на поставленные вопросы членами комиссии по приему курсовой работы, либо в виде деловой игры.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
«Вопросы к защите курсовой работы»**

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5 (отлично)	Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.

4 (хорошо)	Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

8.6. Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Вопросы к экзамену (теоретическая часть):

1. Классификация систем электроснабжения и их специфические особенности.
2. Картограмма нагрузок и определение ЦЭН.
3. Существующие методы расчета электрических нагрузок.
4. Расчет электрических нагрузок промышленного предприятия.
5. Расчет электрических нагрузок в сельской местности.
6. Расчет электрических нагрузок для городского электроснабжения.
7. Категории электроприёмников, надёжность электроснабжения.
8. Выбор силовых трансформаторов в системе электроснабжения.
9. Составление схем электроснабжения (однолинейной принципиальной схемы 2-х ступеней напряжения).
10. Этапы проектирования.
11. Составные части процесса проектирования.
12. Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство электроустановок.
13. Выбор воздушных и кабельных линий, питающих трансформаторные подстанции.
14. Расчет токов короткого замыкания. Составление схемы замещения.
15. Расчет цеховой нагрузки.
16. Виды освещения, характеристика и назначение.
17. Выбор аппаратов: выключателей и разъединителей.
18. Расчет заземления.
19. Выбор напряжения и источника питания для осветительных установок.
20. Расчет осветительной сети.
21. Расчет сборочных шин.
22. Выбор силовых трансформаторов в системе электроснабжения.
23. Оформление графического материала по освещению помещений.
24. Расчет зоны защиты при одном стержневом молниевом отводе.
25. Молния и её характеристики, воздействие молнии.
26. Расчет зоны защиты двух параллельных тросов.

27. Расчет зоны защиты при одном стержневом молниеотводе.
28. Выбор аппаратов: выключателей и разъединителей.
29. Особенности конструктивного выполнение молниеприёмников и токоотводов.
30. Расчет зоны защиты при тросовом молниеотводе.
31. Допустимые расстояния между молниеотводом и защищаемым объектом.
32. Категории электроприёмников, надёжность электроснабжения.
33. Выбор электрооборудования: трансформаторов измерительных и приборов измерения.
34. Дать порядок расчета рабочего освещения любого цеха.
35. Расчет расположения осветительных установок.
36. Выбор трансформаторов тока.

Задачи к экзамену (практическая часть):

1. Питание цеха осуществляется по линии 10 кВ длиной 300 м, выполненной кабелями марки ААБ2(3 X 120) мм^2 . Передаваемый по кабелям ток в период максимума составляет $I_m=400$ А при $\cos \phi=0,85$. В течение года по линии передано $W_g = 32106 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ активной и $V_g=21106 \text{ квар}\cdot\text{ч}$ реактивной энергии. Цех работает непрерывно. Определить годовые потери электроэнергии в кабельной линии.

2. Определить активные потери мощности в обмотках трехобмоточного трансформатора 40 МВ \cdot А при коэффициентах загрузки $k_3 BH=0,8$; $k_3 CH=0,45$; $k_3 BV=0,35$; $\Delta P_{xx}=63 \text{ кВт}$; $\Delta P_{kz}=230 \text{ кВт}$.

3. На предприятии установлены два параллельно работающих трансформатора по 10МВ \cdot А, 115/11 кВ. Нагрузка в течение года: 12 МВт - 2000 ч; 4,8 МВт (или 40%) - 6760 ч. Коэффициент мощности равен 0,9. Стоимость потерь электроэнергии $C_o = 1,5 \text{ руб}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$. Для каждого трансформатора $\Delta P_{xx}=18 \text{ кВт}$; $\Delta P_{kz}=60 \text{ кВт}$. Определите годовую экономию при возможности отключения одного из трансформаторов при работе при сниженной нагрузке (загрузка 40 %).

4. На предприятии работают 100 электродвигателей трехфазного тока 380 В, средняя номинальная мощность которых $P_{cp}=2,5 \text{ кВт}$. Распределительная сеть радиальная, выполнена медным проводом, проложенным в газовых трубах. Средняя длина каждой линии $L_{cp}=20 \text{ м}$, средний коэффициент использования двигателя $k_i \cdot cp=0,7$. Определите, как изменяются потери в распределительной сети при напряжении 660 В при том же сечении провода.

5. Определить наиболее экономичный способ питания агропредприятия от электростанции, находящейся на расстоянии 3 км. Напряжение генераторов 10,5 кВ. Максимальная нагрузка $S_M=8,0 \text{ МВ}\cdot\text{А}$ при $\cos \phi = 0,92$. Среднегодовой коэффициент мощности $\cos \phi=0,9$. Время работы $T=8000 \text{ ч}/\text{год}$, а время использования максимума активной нагрузки $T_m=6000 \text{ ч}/\text{год}$.

6. Определить число и мощность трансформаторов для завода, расчетная мощность которого 12 МВ \cdot А, а график потребления электроэнергии равномерный, коэффициент заполнения практически равен единице. Считать, что нагрузка завода относится к I-й категории по требованиям надежности электроснабжения, поэтому на ГПП должны быть установлены два трансформатора.

7. Выбрать сечение кабеля марки ААБГ 10 кВ при $I_p = 180 \text{ А}$ (3,12 МВ \cdot А), прокладываемого на воздухе. Стоимость потерь активной мощности 1300 руб/(\text{кВт}\cdot\text{год}).

8. Расчетный ток группы электроприемников, работающих с $\cos \phi=1$ (при напряжении 380/220 В) $I_p=250 \text{ А}$. Питание производится от подстанции, расположенной в 150 м, четырехжильным кабелем, проложенным по конструкциям. Распределительная сеть выполнена проводами в трубах, средняя длина 15 м. Выбрать сечение питающего кабеля и его защиту.

9. Номинальная мощность группы трехфазных двигателей, приведенная в ПВ=1, составляет $P_H=550 \text{ кВт}$, коэффициент использования $k_i=0,6$; коэффициент сменности по энергоиспользованию $\alpha=0,75$; годовой фонд рабочего времени $T_g=5000 \text{ ч}$. Определить годовые

потери электроэнергии в кабельной линии длиной 150 м, выполненной тремя трехжильными кабелями марки ААБ сечением 3х150 мм², проложенными в земле. Номинальное напряжение сети 380 В, средневзвешенный годовой $\cos \phi_c.g=0,8$.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Экзамен»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5 (отлично)	Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
4 (хорошо)	Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медицинско-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
 - продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёт или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;
 - продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			