



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Электроснабжение

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	5

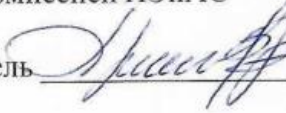
Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Электроснабжения промышленных предприятий
30.01.2025 г., протокол № 4

Зав. кафедрой  А.В. Варганова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
04.02.2025 г., протокол № 3

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ЭПП, канд. техн. наук

 А.Н. Шеметов

Рецензент:
зам. начальника ЭТО
АО «МАГНИТОГОРСКИЙ ГИПРОМЕЗ»

 А.Ю. Литвинов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью преподавания курса «Электроснабжение» является формирование у студентов знаний в области теории и практики электроснабжения промышленных предприятий, городов, сельского хозяйства и ряда специфических объектов: электрифицированного транспорта, горных работ, нефтегазовых магистралей, строительных площадок и прочих. В процессе изучения данной дисциплины студенты закрепляют и систематизируют свои знания, полученные в других общепрофилирующих и специальных курсах, а также приобретают навыки самостоятельного решения профессиональных задач по расчету электрических нагрузок потребителей, выбору элементов и параметров основного электрооборудования, монтажу, наладке и эксплуатации систем электроснабжения.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электроснабжение» входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Переходные процессы в электроэнергетических системах

Электрические станции и подстанции

Электроэнергетические системы и сети

Математические задачи энергетики и применение ЭВМ

Теоретические основы электротехники

Электрические аппараты

Электрические машины

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/ практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная-преддипломная практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электроснабжение» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования и проводить обоснование проектных решений, а также оформлять <u>техническую документацию на различных стадиях разработки проекта</u>
ПК-3.2	Выбирает оптимальные технические решения для разработки отдельных разделов на различных стадиях проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства
ПК-3.3	Выбирает оборудование для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства
ПК-6	Способен планировать работы по эксплуатации электротехнического оборудования

ПК-6.1	Составляет графики работы персонала электрического цеха, и также обходов и осмотров электротехнического оборудования, механизмов и устройств, находящихся в ведении подразделения, оперативным персоналом
ПК-6.2	Осуществляет анализ условно постоянных затрат на эксплуатацию электротехнического оборудования, внесение предложений по их сокращению

4 Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 27,1 акад. часов;
- аудиторная – 22 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 248,3 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 4 акад. час;
- подготовка к экзамену – 12,6 акад. час.

Форма аттестации – курсовой проект, зачет с оценкой, экзамен.

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Общая теория электроснабжения								
1.1 Введение. Характеристики потребителей электроэнергии.	5	1	1		20	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение литературы и электронных учебных ресурсов.	Конспект, самоотчет, консультации, защита лабораторных работ	ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-6.1, ПК-6.2
1.2 Электрические нагрузки.		2	1	2	30	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение литературы и электронных учебных ресурсов.	Конспект, самоотчет, консультации, защита лабораторных работ	ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-6.1, ПК-6.2
1.3 Распределение электроэнергии напряжением выше 1 кВ.		1	1	1	30	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение литературы и электронных учебных ресурсов.	Конспект, самоотчет, консультации, защита лабораторных работ	ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-6.1, ПК-6.2
1.4 Распределение электроэнергии напряжением до 1 кВ.		1	1	2	30	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение литературы и электронных учебных ресурсов.	Конспект, самоотчет, консультации, защита лабораторных работ	ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-6.1, ПК-6.2

1.5 Компенсация реактивной мощности и регулирование напряжения.		1	1	1	30	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение литературы и электронных учебных ресурсов.	Конспект, самоотчет, консультации, защита лабораторных работ	ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-6.1, ПК-6.2
1.6 Качество электрической энергии.		1	1		30	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение литературы и электронных учебных ресурсов.	Конспект, самоотчет, консультации, защита лабораторных работ	ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-6.1, ПК-6.2
1.7 Электропотребление и энергосбережение.		1		2	30	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение литературы и электронных учебных ресурсов.	Конспект, самоотчет, консультации, защита лабораторных работ	ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-6.1, ПК-6.2
1.8 Промежуточная аттестация					48,3		Экзамен	ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-6.1, ПК-6.2
Итого по разделу		8	6	8	248,3			
Итого за семестр		8	6	8	248,3		экзамен, зао, кп	
Итого по дисциплине		8	6	8	248,3		курсовой проект, зачет с оценкой, экзамен	

5 Образовательные технологии

Особенностями курса «Электроснабжение» являются практическая направленность содержания на проектную и эксплуатационную деятельность, тесная междисциплинарная связь с другими спецпредметами данного направления подготовки и подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы. Согласно учебному плану при изучении дисциплины предусмотрены лекционные, практические и лабораторные занятия и самостоятельная работа.

Тематика лекций должна охватывать все разделы рабочей программы. При изложении теоретического материала необходимо основное внимание обращать на общие принципы и особенности построения схем электроснабжения различных объектов, методы определения расчетных электрических нагрузок, технические и экономические аспекты компенсации реактивной мощности и качества электрической энергии. Особо следует выделять материал, связанный с проектированием систем электроснабжения и выполнением комплексного курсового и дипломного проектов (выпускной квалификационной работы). Изложение теоретического материала для наглядности желательно сопровождать мультимедийными презентациями или расчетными примерами с использованием ЭВМ и проекционной техники.

Практические занятия проводятся в форме практической подготовки в условиях выполнения обучающимися видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы. Занятия проводятся в лабораториях кафедры ЭПП и компьютерных классах МГТУ, где проводится индивидуальное и бригадное (по 2 человека) выполнение практических заданий, соответствующих тематике изучаемых теоретических разделов дисциплины, а также ведется подготовка к выполнению самостоятельной домашней работы. При этом широко используется «проблемный подход», при котором студенты должны самостоятельно предложить верный способ решения. Преподаватель, контролируя и направляя процесс решения, обеспечивает тем самым интерактивность процесса обучения. Заключительным этапом практического занятия является предъявление студентом преподавателю отчета по практическому занятию в электронном виде.

Лабораторные занятия проводятся в лабораториях кафедры ЭПП, оснащенных необходимым стендами и наглядными пособиями. По правилам техники безопасности к выполнению работы студенты допускаются бригадами по 3-4 человека, прошедшие соответствующий инструктаж и под непрерывным контролем преподавателя или учебно-вспомогательного персонала. По итогам выполнения работы каждый студент оформляет и защищает отчет, в котором приводятся: название и цель работы; схемы лабораторной установки; таблицы экспериментальных и расчетных данных, необходимые графики и диаграммы; выводы по работе.

По итогам изучения дисциплины студент заочной формы должен представить ведущему преподавателю письменный отчет о выполненных лабораторных и практических работах. Защита отчета с положительной оценкой является допуском к экзамену.

Экзамен проводится по утвержденным билетам в устной форме. Каждый экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса и одну практическую задачу (см. приложение).

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Сивков, А. А. Основы электроснабжения : учебное пособие для вузов / А. А. Сивков, А. С. Сайгаш, Д. Ю. Герасимов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 173 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20691-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558598> (дата обращения: 19.03.2025).

2. Анчарова, Т. В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений : учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2024. — 415 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-500-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2078400> (дата обращения: 19.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

3. Конюхова, Е. А. Электроснабжение : учебник для вузов [Эл. ресурс]. – М. : Издательский дом МЭИ, 2019. – ISBN 978-5-383-01250-5 // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012505.html> (дата обращения: 19.03.2025). – Режим доступа : по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Белых Г. Б. Электроснабжение отраслей : учебное пособие / Г. Б. Белых, А. Н. Шеметов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20390>. - Текст : электронный.

2. Плащанский, Л. А. Электрооборудование подстанций и осветительные сети предприятий, организаций и учреждений : учебное пособие / Л. А. Плащанский. – Москва : МИСиС, 2019. – 180 с. – ISBN 978-907067-42-2. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/116922> (дата обращения: 19.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

3. Проектирование электрического освещения : учебное пособие / Б. И. Заславец, А. И. Жданов, Г. Б. Белых и др. ; МГТУ. - Магнитогорск, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/ToView/20809?idb=db0109>. - Текст : электронный.

4. Гамазин, С. И. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий / С. И. Гамазин, Б. И. Кудрин – М. : Издательский дом МЭИ, 2017. – ISBN 978-5-383-01134-8. – Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. – URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011348.html> (дата обращения: 19.03.2025). – Режим доступа : по подписке.

5. Назарычев, А. Н. Справочник инженера по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электрических станций и сетей / Под ред. А. Н. Назарычева – М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 928 с. – ISBN 5-9729-0004-1 – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. – URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5972900041.html> (дата обращения: 19.03.2025). – Режим доступа : по подписке.

в) Методические указания:

1. Белых, Г. Б. Методическая разработка по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электроснабжение» [Текст] / Г. Б. Белых, Б. И. Заславец, А. Н. Шеметов, А. В. Кочкина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та и. Г.И. Носова, 2015. – 48 с.
2. Белых, Г. Б. Определение возможности включения силовых трансформаторов на параллельную работу: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Электроснабжение» [Текст] / Г. Б. Белых, А. Н. Шеметов, А. В. Кочкина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2015. – 15 с.
3. Шеметов, А. Н. Качество электрической энергии [Текст]: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Системы электроснабжения» для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» и направления 140200 «Электроэнергетика» / А. Н. Шеметов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – 20 с.
4. Шеметов, А. Н. Энергосберегающие технологии в электрическом освещении [Текст]: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электроснабжение» для студентов направления 140400 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» всех форм обучения / А. Н. Шеметов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 19 с.
5. Шеметов, А. Н. Сборник практических заданий по дисциплине «Электроснабжение» [Текст] / А. Н. Шеметов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 42 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
LibreOffice	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	URL: https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	URL: https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа – мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:
 - 2.1. Лаборатория релейной защиты (ауд. 215). Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:
 - Лабораторный стенд «Исследование влияния отклонения напряжения на работу асинхронного электродвигателя».
 - Лабораторный стенд «Определение экономически целесообразного режима работы силовых трансформаторов».
 - Лабораторный стенд «Опытное построение графиков нагрузок и определение их параметров».
 - Лабораторный стенд «Измерение параметров газоразрядных ламп и пускорегулирующей аппаратуры».
 - Лабораторный стенд «Компенсация реактивной мощности».
 - Лабораторный стенд «Определение возможности включения трансформаторов на параллельную работу».
 - 2.2. Лаборатория моделирования электрических сетей и систем электроснабжения (ауд. 217). Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:
 - Лабораторный стенд «Исследование режимов нейтрали в системах электроснабжения».
 - Лабораторный стенд «Исследование показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения с силовыми тиристорными преобразователями».
 - Компьютеризированный лабораторный комплекс «Передача и качество электрической энергии».
 - Компьютеризированный лабораторный комплекс «Энергосбережение в электрическом освещении».
3. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – доска, мультимедийный проектор, экран
4. Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся – персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине «Электроснабжение» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения и проработки конспектов, литературы и электронных образовательных ресурсов с необходимыми консультациями преподавателя. Аудиторная самостоятельная работа предполагает выполнение лабораторных работ, решение практических расчетных задач по темам курса, выполнение контрольных работ и курсового проекта.

Лабораторный практикум:

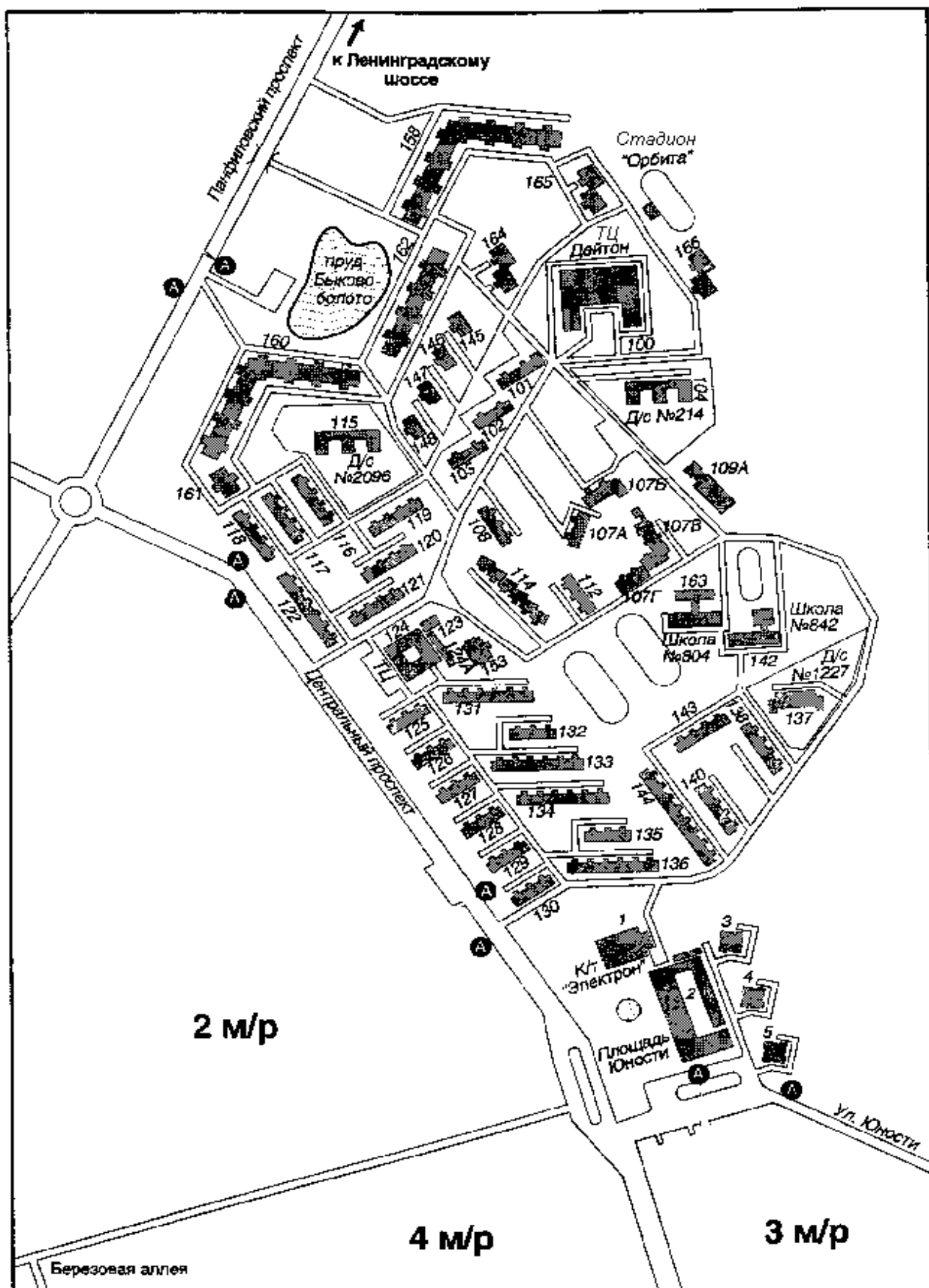
1. Исследование влияния отклонения напряжения на работу асинхронного электродвигателя (л/р №10).
2. Определение экономически целесообразного режима работы силовых трансформаторов (л/р №11).
3. Опытное построение графиков нагрузок и определение их параметров (л/р №13).
4. Измерение параметров газоразрядных ламп и пускорегулирующей аппаратуры (л/р №15).
5. Компенсация реактивной мощности (л/р №16).
6. Качество электрической энергии (л/р №18).
7. Определение возможности включения трансформаторов на параллельную работу (л/р №19).
8. Исследование режимов нейтрали в системах электроснабжения (л/р №21).

Примерные аудиторные практические задания:

Задача 1. Определить расчетные электрические нагрузки, выбрать источники питания и схему электроснабжения промышленного объекта на основании заданной ведомости электроприемников:

№ п/п	Наименование электроприемника	P_n , кВт	n	K_n	$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$
1	2	3	4	5	6	7
	3-фазный ДР					
1	Компрессорная установка	28	5	0,65	0,8	0,75
2	Вентиляторная установка	15	4	0,7		
3	Насосная установка	55	8			
4	Станок фрезерный	11,5	14	0,14	0,5	1,73
5	Станок токарный	14	12			
6	Станок строгальный	11	10			
7	Станок карусельный	40	2			
8	Станок наждачный	2,8	5			
9	Станок винторезный	15	6			
10	Станок расточный	42	2			
11	Станок шлифовальный	3	15			
12	Станок слиткообдирочный	45	4			
13	Станок галтовочный	4	8			
14	Молот ковочный	15	7	0,24	0,65	1,17
15	Пресс штамповочный	4,5	12			
16	Автомат фрезерный	7,5	20	0,17		
17	Печь индукционная	8	4	0,75	0,35	2,67
18	Печь дуговая	30	4		0,87	0,56
19	Печь сопротивления	35	6	0,8	0,95	0,33
20	Конвейер ленточный	35	2	0,55	0,75	0,88
21	Транспортер роликовый	10	3			

Задача 2. Выполнить расчет электрических нагрузок жилого микрорайона, выбрать схему внешнего и внутреннего электроснабжения и рассчитать питающие и распределительные электрические сети.



Курсовой проект

Курсовой проект по дисциплине «Электроснабжение» является заключительным этапом подготовки бакалавра по данному направлению и, по сути, является основой для выпускной квалификационной работы.

Целью курсового проекта является закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков по решению проектных, расчетных и оптимизационных задач в области электроснабжения промышленных предприятий или других объектов (в соответствии с заданием). Важной составляющей работы является ознакомление студентов с современными техническими средствами и программным обеспечением для ЭВМ, используемыми в инженерных расчетах, системах автоматизированного проектирования и научно-исследовательской работе.

Первоначальная постановка задачи, сбор и изучение исходных данных производится студентами **на реальном объекте** в ходе производственной практики после 3 курса.

Основные разделы проекта и их примерная последовательность:

- введение;
- краткая характеристика объекта проектирования;
- определение расчетных электрических нагрузок;
- выбор числа и мощности силовых трансформаторов;
- выбор места расположения источников питания;
- компенсация реактивной мощности и качество электроэнергии;
- выбор (обоснование или технико-экономический расчет) схем электроснабжения напряжением до и выше 1000 В;
- конструктивное исполнение и расчет распределительных электрических сетей;
- расчет токов короткого замыкания;
- выбор и проверка электрической аппаратуры, оборудования и токоведущих частей;
- краткая характеристика (выбор) релейной защиты и автоматики;
- электрическое освещение;
- учет и контроль расхода электроэнергии, рекомендации по энергосбережению;
- расчет защитного заземления;
- специальная часть проекта (вопрос для углубленной проработки);
- заключение.

Содержание графической части определяется руководителем проекта и содержит, как правило, следующие чертежи:

- генеральный план объекта с нанесенными на него подстанциями, распределительными устройствами, трассами ЛЭП и кабелей;
- принципиальные однолинейные схемы электроснабжения объекта;
- рабочий чертеж электрического освещения.
- результаты проработки специального вопроса проекта.

Перечень разделов может быть скорректирован руководителем проекта в зависимости от специфики объекта проектирования. При выполнении всех разделов проекта и чертежей рекомендуется использовать вычислительную технику с соответствующим программным обеспечением. При этом использование ЭВМ позволяет автоматизировать большинство разделов работы и ввести нее элементы исследований и анализа влияния различных параметров на показатели проектируемой системы электроснабжения, чтобы наглядно продемонстрировать теоретические положения курса.

По завершении курсовой проект подлежит обязательной публичной защите перед комиссией, назначенной заведующим выпускающей кафедрой. При этом оценка за проект учитывает не только работу в течение семестра, но и представление проекта на защите.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

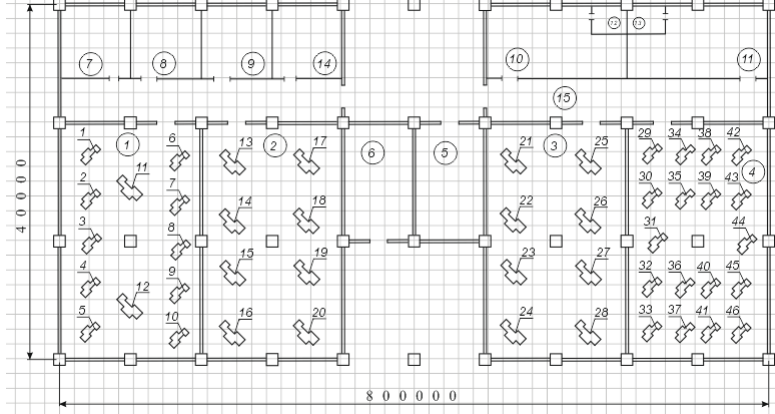
(обязательное)

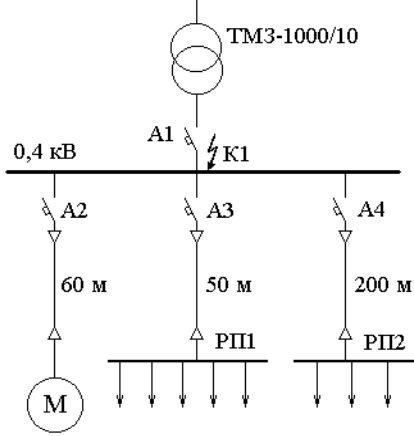
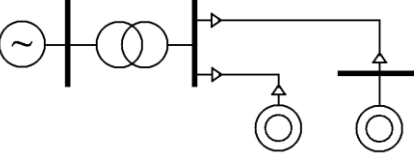
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

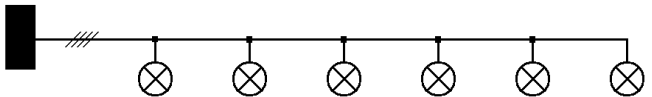
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-3: Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования и проводить обоснование проектных решений, а также оформлять техническую документацию на различных стадиях разработки проекта		
ПК-3.2	Выбирает оптимальные технические решения для разработки отдельных разделов на различных стадиях проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства	Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамена): 1. По каким признакам классифицируются приемники электроэнергии в соответствии с ПУЭ? 2. В чем отличие между приемником и потребителем электроэнергии? 3. Назовите характерные электроприемники электроэнергии. 4. Что понимается под электрической нагрузкой? 5. Назовите основные физические величины, характеризующие график электрических нагрузок. 6. Дайте определение номинальной мощности 7. Как выбирается длительность интервала осреднения нагрузки? 8. Назовите показатели, характеризующие график электрических нагрузок. 9. Что такое коэффициент разновременности максимума нагрузки? 10. Назовите область применения метода коэффициента спроса. 11. Что такое «пиковая нагрузка?» 12. Что такое «реактивная мощность?» 13. Перечислите известные Вам методы определения расчетных электрических нагрузок. Укажите их достоинства, недостатки и область применения 14. В каких случаях можно применять методы удельного расхода электроэнергии и удельной плотности нагрузок? 15. Какими показателями характеризуется реактивная мощность? 16. Назовите основные потребители реактивной мощности.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																																																																																																																																																																																																																										
		17. Какие источники реактивной мощности и компенсирующие устройства применяются на промышленных предприятиях? 18. Как учитывается компенсация реактивной мощности при выборе силовых трансформаторов 10/0,4 кВ?																																																																																																																																																																																																																																																										
ПК-3.2	Выбирает оптимальные технические решения для разработки отдельных разделов на различных стадиях проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства	Примерные практические задачи для промежуточной аттестации (экзамена): Задача 1. Определите электрические нагрузки методом коэффициента спроса. Ведомость электрических нагрузок завода. <table><tr><th rowspan="2">№</th><th rowspan="2">Наименование цеха</th><th colspan="10">Установленная мощность цеха, кВт по вариантам</th></tr><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th></tr><tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr><tr><td>1</td><td>Цех холодной прокатки</td><td>4750</td><td>4800</td><td>4880</td><td>4950</td><td>5150</td><td>4650</td><td>4700</td><td>4820</td><td>4750</td><td>5550</td></tr><tr><td>2</td><td>Склад ГСМ</td><td>145</td><td>195</td><td>205</td><td>265</td><td>290</td><td>350</td><td>380</td><td>420</td><td>450</td><td>500</td></tr><tr><td>3</td><td>Цех горячей прокатки</td><td>7600</td><td>7650</td><td>7700</td><td>7740</td><td>7800</td><td>7850</td><td>7900</td><td>7960</td><td>8150</td><td>8200</td></tr><tr><td>4</td><td>Слябинг</td><td>1460</td><td>1500</td><td>1560</td><td>1680</td><td>1740</td><td>1430</td><td>1420</td><td>1330</td><td>1440</td><td>1490</td></tr><tr><td>5</td><td>Учебно-вспомогательные мастерские</td><td>1390</td><td>1560</td><td>1580</td><td>1550</td><td>1600</td><td>1610</td><td>1620</td><td>1650</td><td>1690</td><td>1700</td></tr><tr><td>6</td><td>Насосная</td><td>2200</td><td>2290</td><td>2250</td><td>2360</td><td>2480</td><td>2690</td><td>2780</td><td>2260</td><td>2630</td><td>2280</td></tr><tr><td></td><td>Насосная (бкВ)</td><td>4420</td><td>4330</td><td>4450</td><td>4500</td><td>4480</td><td>4550</td><td>4620</td><td>4810</td><td>4120</td><td>4100</td></tr><tr><td>7</td><td>Заводоуправление</td><td>120</td><td>130</td><td>150</td><td>180</td><td>200</td><td>290</td><td>300</td><td>500</td><td>600</td><td>400</td></tr><tr><td>8</td><td>Ремонтно-механический цех</td><td>950</td><td>1000</td><td>1300</td><td>1560</td><td>1400</td><td>1250</td><td>1330</td><td>1660</td><td>1440</td><td>1110</td></tr><tr><td>9</td><td>Цех жести</td><td>8200</td><td>8300</td><td>8220</td><td>8400</td><td>8150</td><td>8130</td><td>8110</td><td>8230</td><td>8440</td><td>8550</td></tr><tr><td>10</td><td>Корпус вспомогательных служб (гл. энергетика)</td><td>1300</td><td>1390</td><td>1450</td><td>1480</td><td>1500</td><td>1510</td><td>1620</td><td>1350</td><td>1480</td><td>1520</td></tr><tr><td>11</td><td>Станция нейтрализации</td><td>890</td><td>980</td><td>1010</td><td>1520</td><td>930</td><td>1080</td><td>1210</td><td>1320</td><td>1110</td><td>1100</td></tr><tr><td>12</td><td>Отстойники</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>13</td><td>Компрессорная</td><td>1130</td><td>1150</td><td>1190</td><td>1140</td><td>1120</td><td>1180</td><td>1140</td><td>1190</td><td>1150</td><td>1155</td></tr><tr><td></td><td>Компрессорная (бкВ)</td><td>1200</td><td>1330</td><td>1450</td><td>1500</td><td>1480</td><td>1550</td><td>1620</td><td>1810</td><td>1120</td><td>1100</td></tr><tr><td>14</td><td>Открытый склад</td><td>120</td><td>100</td><td>120</td><td>150</td><td>140</td><td>250</td><td>200</td><td>220</td><td>210</td><td>200</td></tr><tr><td>15</td><td>Резервуар для смазки</td><td>150</td><td>360</td><td>250</td><td>320</td><td>380</td><td>450</td><td>290</td><td>270</td><td>310</td><td>360</td></tr><tr><td>16</td><td>Открытая складская площадка</td><td>300</td><td>330</td><td>350</td><td>370</td><td>390</td><td>410</td><td>520</td><td>550</td><td>560</td><td>590</td></tr></table> Задача 2. Постройте картограмму и определите центр электрических нагрузок.	№	Наименование цеха	Установленная мощность цеха, кВт по вариантам										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	Цех холодной прокатки	4750	4800	4880	4950	5150	4650	4700	4820	4750	5550	2	Склад ГСМ	145	195	205	265	290	350	380	420	450	500	3	Цех горячей прокатки	7600	7650	7700	7740	7800	7850	7900	7960	8150	8200	4	Слябинг	1460	1500	1560	1680	1740	1430	1420	1330	1440	1490	5	Учебно-вспомогательные мастерские	1390	1560	1580	1550	1600	1610	1620	1650	1690	1700	6	Насосная	2200	2290	2250	2360	2480	2690	2780	2260	2630	2280		Насосная (бкВ)	4420	4330	4450	4500	4480	4550	4620	4810	4120	4100	7	Заводоуправление	120	130	150	180	200	290	300	500	600	400	8	Ремонтно-механический цех	950	1000	1300	1560	1400	1250	1330	1660	1440	1110	9	Цех жести	8200	8300	8220	8400	8150	8130	8110	8230	8440	8550	10	Корпус вспомогательных служб (гл. энергетика)	1300	1390	1450	1480	1500	1510	1620	1350	1480	1520	11	Станция нейтрализации	890	980	1010	1520	930	1080	1210	1320	1110	1100	12	Отстойники	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	Компрессорная	1130	1150	1190	1140	1120	1180	1140	1190	1150	1155		Компрессорная (бкВ)	1200	1330	1450	1500	1480	1550	1620	1810	1120	1100	14	Открытый склад	120	100	120	150	140	250	200	220	210	200	15	Резервуар для смазки	150	360	250	320	380	450	290	270	310	360	16	Открытая складская площадка	300	330	350	370	390	410	520	550	560	590
№	Наименование цеха	Установленная мощность цеха, кВт по вариантам																																																																																																																																																																																																																																																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																																	
1	Цех холодной прокатки	4750	4800	4880	4950	5150	4650	4700	4820	4750	5550																																																																																																																																																																																																																																																	
2	Склад ГСМ	145	195	205	265	290	350	380	420	450	500																																																																																																																																																																																																																																																	
3	Цех горячей прокатки	7600	7650	7700	7740	7800	7850	7900	7960	8150	8200																																																																																																																																																																																																																																																	
4	Слябинг	1460	1500	1560	1680	1740	1430	1420	1330	1440	1490																																																																																																																																																																																																																																																	
5	Учебно-вспомогательные мастерские	1390	1560	1580	1550	1600	1610	1620	1650	1690	1700																																																																																																																																																																																																																																																	
6	Насосная	2200	2290	2250	2360	2480	2690	2780	2260	2630	2280																																																																																																																																																																																																																																																	
	Насосная (бкВ)	4420	4330	4450	4500	4480	4550	4620	4810	4120	4100																																																																																																																																																																																																																																																	
7	Заводоуправление	120	130	150	180	200	290	300	500	600	400																																																																																																																																																																																																																																																	
8	Ремонтно-механический цех	950	1000	1300	1560	1400	1250	1330	1660	1440	1110																																																																																																																																																																																																																																																	
9	Цех жести	8200	8300	8220	8400	8150	8130	8110	8230	8440	8550																																																																																																																																																																																																																																																	
10	Корпус вспомогательных служб (гл. энергетика)	1300	1390	1450	1480	1500	1510	1620	1350	1480	1520																																																																																																																																																																																																																																																	
11	Станция нейтрализации	890	980	1010	1520	930	1080	1210	1320	1110	1100																																																																																																																																																																																																																																																	
12	Отстойники	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																	
13	Компрессорная	1130	1150	1190	1140	1120	1180	1140	1190	1150	1155																																																																																																																																																																																																																																																	
	Компрессорная (бкВ)	1200	1330	1450	1500	1480	1550	1620	1810	1120	1100																																																																																																																																																																																																																																																	
14	Открытый склад	120	100	120	150	140	250	200	220	210	200																																																																																																																																																																																																																																																	
15	Резервуар для смазки	150	360	250	320	380	450	290	270	310	360																																																																																																																																																																																																																																																	
16	Открытая складская площадка	300	330	350	370	390	410	520	550	560	590																																																																																																																																																																																																																																																	

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		
ПК-3.2	Выбирает оптимальные технические решения для разработки отдельных разделов на различных стадиях проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства	Примерное задание на курсовую работу (часть 1): 1. На основании ведомости электроприемников, составленной в ходе производственной практики, определить расчетные электрические нагрузки с применением специализированного программного обеспечения. Расчетные коэффициенты графиков нагрузок принять по справочной литературе. 2. Для понизительных подстанций предприятия выполнить статистическую обработку графиков электрических нагрузок, полученных в ходе производственной практики. Определить коэффициенты использования, спроса и формы графика. 3. По полученным расчетным данным оценить необходимость компенсации реактивной мощности. Рассчитать и выбрать компенсирующие устройства. 4. Определить количество и мощность силовых трансформаторов с учетом расчетной нагрузки, категории по надежности электроснабжения и компенсации реактивной мощности.
ПК-3.3:	Выбирает оборудование для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства	Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамена): 1. Для чего строится картограмма электрических нагрузок? 2. Назовите основные принципы построения систем электроснабжения. 3. Как определить потери мощности в силовых трансформаторах? 4. Назовите основные группы потребителей постоянного тока. 5. Какие источники питания используются для потребителей постоянного тока?

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Приведите примеры. 6. Перечислите особенности расчета токов к.з. для электроустановок напряжением до 1кВ. 7. Какие факторы влияют на выбор сечений проводов и жил кабелей? 8. От чего зависит термическая стойкость кабелей? 9. Какие технические средства применяются для регулирования напряжения? 10. Каким образом осуществляется централизованное и местное регулирование напряжения?
ПК-3.3:	Выбирает оборудование для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства	Примерные практические задачи для промежуточной аттестации (экзамена): Задача 1. Рассчитать и выбрать сечения кабелей и автоматы, для радиальной схемы электроснабжения.  Исходные данные: - М $P_{ном.} = 400 \text{ кВт}$, $\cos \varphi = 0,7$. - РП1 $P_{уст.} = 100 \text{ кВт}$, $\cos \varphi = 0,6$. - РП2 $P_{уст.} = 200 \text{ кВт}$, $\cos \varphi = 0,7$. Задача 2. Рассчитать токи короткого замыкания на шинах 0,4 кВ цеховых ТП и РП при указанных исходных данных.  $S_T = 1000 \text{ кВА}$; $L_1 = 250 \text{ м}$; $L_2 = 300 \text{ м}$; $P_1 = 20 \text{ кВт}$;

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		$P_2 = 16 \text{ кВт.}$ Задача 3. На рисунке приведена схема четырехпроводной осветительной сети. Определить сечение проводов с учетом допустимой потери напряжения 5%. ЩРО $L_0 = 40 \text{ м}$ $L_i = 18 \text{ м}$ $P_i = 2,0 \text{ кВт}$ 
ПК-3.3:	Выбирает оборудование для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства	Примерное задание на курсовую работу (часть 2): 1. На основании плана объекта и картограммы электрических нагрузок выбрать местоположение источника питания и конфигурацию схемы электроснабжения. 2. Выполнить расчет и проверку сечения токоведущих частей по предельно допустимой токовой нагрузке и потерям напряжения. 3. Для выбранной схемы электроснабжения определить расчетные токи короткого замыкания во всех необходимых узлах. 4. Выполнить выбор и проверку силового электрооборудования (коммутационные, защитных и измерительных аппаратов) по условиям электродинамической и термической стойкости. При необходимости выбрать токоограничивающие устройства. 5. Рассчитать уставки для защиты электрооборудования от перегрузок и коротких замыканий.
ПК-6: Способен планировать работы по эксплуатации электротехнического оборудования		
ПК-6.1	Составляет графики работы персонала электрического цеха, и также обходов и осмотров электротехнического оборудования, механизмов и устройств, находящихся в ведении подразделения, оперативным персоналом	Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамена): 1. Каким документом регламентируются показатели качества электроэнергии? 2. Назовите специфические нагрузки промышленных предприятий? 3. Как нормируется уровень высших гармоник? 4. Какими параметрами характеризуются высшие гармоники? 5. В чем различие между отклонениями и колебаниями напряжения? 6. В чем заключается отрицательное действие высших гармоник? 7. Как компенсируется реактивная мощность в узлах со специфической

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		резкопеременной и нелинейной нагрузкой? 8. Каким образом мощность короткого замыкания в узлах нагрузки влияет на показатели качества электроэнергии? 9. Каким образом можно увеличить мощность короткого замыкания?
ПК-6.1	Составляет графики работы персонала электрического цеха, и также обходов и осмотров электротехнического оборудования, механизмов и устройств, находящихся в ведении подразделения, оперативным персоналом	Примерные практические задачи для промежуточной аттестации (экзамена): Задача 1. Определить мощность компенсирующего устройства, необходимого для обеспечения допустимых уровней напряжения у потребителя. Схема сети и ее параметры приведены на рисунке, мощность нагрузки задана в максимальном режиме. Расчет выполнить без учета потерь мощности. Задача 2. Определить допустимые колебания напряжений на высшей стороне трансформатора с РПН из условий обеспечения качества электроэнергии на шинах низшего напряжения. Исходная схема сети приведена на рисунке. Примерное задание на курсовую работу (часть 3): 1. Для выбранной схемы электроснабжения при наличии нелинейных нагрузок оценить показатели качества электроэнергии: коэффициенты высших гармоник напряжения и искажения синусоидальности кривой напряжения. 2. При наличии однофазных электроприемников оценить несимметрию напряжений: рассчитать коэффициенты нулевой и обратной последовательности.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		3. Выбрать необходимые фильтрокомпенсирующие и фильтросимметрирующие устройства. 4. Рассчитать и выбрать устройства грозозащиты и защитного заземления.
ПК-6.2	Осуществляет анализ условно постоянных затрат на эксплуатацию электротехнического оборудования, внесение предложений по их сокращению	Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамена): 1. Перечислите основные технико-экономические характеристики проектов электроснабжения. 2. Как определяются капитальные и эксплуатационные затраты? 3. Как производится выбор сечений проводников по экономическим критериям? 4. Как оценивается экономически целесообразный режим параллельной работы силовых трансформаторов? 5. Назовите основные показатели энергоэффективности. 6. Какие существуют системы тарифов на электрическую энергию? 7. Какие требования предъявляются к системам учета электрической энергии? 8. Что представляет собой автоматизированная система учета электроэнергии? Примерные практические задачи для промежуточной аттестации (экзамена): Задача 1. Определите сечение проводов ВЛ-10 кВ по экономической плотности тока, если известно, что мощность нагрузки составляет 860 кВт, $\cos \varphi = 0,7$, а режим работы потребителя – непрерывный. Задача 2. На подстанции установлено два силовых трансформатора ТМЗ-630/10. Паспортные данные: $I_{xx} = 1,5\%$; $u_k = 5,5\%$; $\Delta p_{xx} = 30$ Вт; $\Delta p_{к.з.} = 76$ кВт. Определите значение мощности нагрузки, при передаче которой по одному или двум параллельно работающим трансформаторам потери в них будут одинаковы. Примерное задание на курсовую работу (часть 4): 1. Выполнить технико-экономическую оценку принятых в проекте решений. 2. Определить показатели эффективности инвестиций: срок окупаемости, дисконтированный доход и норму прибыли.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электроснабжение» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой экзамена и в форме выполнения и защиты курсового проекта (5 курс).

Зачет с оценкой и экзамен по данной дисциплине проводятся в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой/ экзамена:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности;

- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации;

- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач;

- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе его написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Электроснабжение». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Показатели и критерии оценивания курсового проекта:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено

частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.