

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


«Электроснабжение»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки	13.03.02
Наименование направления подготовки	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Цифровая энергетика
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

О.Я. Солёная  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32  
«24» апреля 2023 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой № 32


доц., к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

С.В. Солёный  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.03.02(03)


доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

О.Я. Солёная  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

старший преподаватель  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Электроснабжение» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией»

ПК-5 «Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением особенностей электроснабжения электроэнергетических объектов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Основной целью изучения дисциплины является формирование знаний по основам электроснабжения электроэнергетических объектов, теории и принципам построения систем электроснабжения промышленных предприятий, получение практических навыков создания рациональных схем электроснабжения и их эксплуатации.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией	ПК-3.Д.1 выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности ПК-3.Д.2 разрабатывает эскизные и рабочие чертежи графической части рабочей и проектной документации ПК-3.Д.4 осуществляет контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам ПК-3.Д.5 выполняет расчеты для проектирования объектов профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы	ПК-5.Д.6 анализирует графики электрических нагрузок потребителей и определяет факторы, которые влияют на потребление электрической энергии

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Физика;
- Электротехника;

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Режимы работы электроэнергетических систем;
- Электрические системы и сети;
- Электрические станции и подстанции.

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	5/ 180
<b>Из них часов практической подготовки</b>	51	51
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	85	85
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)	54	54
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	41	41
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий. Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Основные положения курса. Структура электроэнергетической отрасли России. Понятие о системах электроснабжения и потребителях электроэнергии. Тема 1.1. Понятие о системах электроснабжения и потребителях электроэнергии. Структура электрических систем и сетей. Тема 1.2. Уровни электроснабжения промышленных предприятий. Назначение и типы электрических станций. Электротехнологические и осветительные установки.	6				8
Раздел 2. Приемники электроэнергии на промышленных предприятиях. Тема 2.1. Режимы работы	6	4	6		8

<p>промышленных потребителей электроэнергии. Электрические нагрузки промышленных установок. Графики нагрузки.</p> <p>Тема 2.2. Методы расчета электрических нагрузок. Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения. Расчет однофазных нагрузок.</p>					
<p>Раздел 3. Внутрицеховые электрические сети.</p> <p>Тема 3.1. Устройство и конструктивное выполнение сетей напряжением до 1000 В. Выбор сечения проводов и кабелей по допустимому нагреву электрическим током. Электрооборудование внутрицеховых сетей.</p> <p>Тема 3.2. Защитная аппаратура для сетей напряжением до 1000 В. Потери мощности и напряжения в электрических сетях. Назначение и устройство защитных заземлений и занулений.</p>	8	7	6		10
<p>Раздел 4. Внутривзаводское электроснабжение промышленных предприятий.</p> <p>Тема 4.1. Назначение и особенности электрических сетей внутривзаводского электроснабжения напряжением выше 1000 В. Схемы трансформаторных подстанций и распределительных пунктов.</p> <p>Тема 4.2. Основное электрооборудование подстанций промышленных предприятий. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях. Выбор варианта внутривзаводского электроснабжения.</p>	8	3	5		10
<p>Раздел 5. Качество электроэнергии и компенсация реактивной мощности.</p> <p>Тема 5.1. Показатели качества электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. Регулирование показателей качества напряжения в системах электроснабжения объектов. Коэффициент мощности.</p> <p>Тема 5.2. Определение мощности компенсирующих устройств. Источники реактивной мощности. Размещение компенсирующих</p>	6	2			5

устройств.					
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:	34	17	17	17	41
Итого:	34	17	17	17	41

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	Основные положения курса. Структура электроэнергетической отрасли России. Понятие о системах электроснабжения и потребителях электроэнергии. Структура электрических систем и сетей. Уровни электроснабжения промышленных предприятий. Назначение и типы электрических станций. Электротехнологические и осветительные установки. <i>(демонстрация слайдов)</i>
<b>2</b>	Приемники электроэнергии на промышленных предприятиях. Режимы работы промышленных потребителей электроэнергии. Электрические нагрузки промышленных установок. Графики нагрузки. Методы расчета электрических нагрузок. Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения. Расчет однофазных нагрузок. <i>(демонстрация слайдов)</i>
<b>3</b>	Внутрицеховые электрические сети. Устройство и конструктивное выполнение сетей напряжением до 1000 В. Выбор сечения проводов и кабелей по допустимому нагреву электрическим током. Электрооборудование внутрицеховых сетей. Защитная аппаратура для сетей напряжением до 1000 В. Потери мощности и напряжения в электрических сетях. Назначение и устройство защитных заземлений и занулений. <i>(демонстрация слайдов)</i>
<b>4</b>	Внутризаводское электроснабжение промышленных предприятий. Назначение и особенности электрических сетей внутризаводского электроснабжения напряжением выше 1000 В. Схемы трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. Основное электрооборудование подстанций промышленных предприятий. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях. Выбор варианта внутризаводского электроснабжения. <i>(демонстрация слайдов)</i>
<b>5</b>	Качество электроэнергии и компенсация реактивной мощности. Показатели качества электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. Регулирование показателей качества напряжения в системах электроснабжения объектов. Коэффициент мощности. Определение мощности компенсирующих устройств. Источники реактивной мощности. Размещение компенсирующих устройств. Регулирование работы компенсирующих устройств. <i>(демонстрация слайдов)</i>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7					
1	Определение расчетных нагрузок узла питания системы электроснабжения	решение ситуационных задач	2	2	2
2	Определение расчетных электрических нагрузок проводника, питающего группу электроприемников напряжением до 1 кВ по методу расчетного коэффициента	решение ситуационных задач	3	3	2
3	Определение потерь электроэнергии в силовом трансформаторе	решение ситуационных задач	2	2	3
4	Расчет и выбор осветительного оборудования для заданного помещения	решение ситуационных задач	3	3	3
5	Выбор аппаратов защиты в сетях 0,4 кВ	решение ситуационных задач	2	2	
6	Расчет токов КЗ для потребителя сети 0,4 кВ	решение ситуационных задач	3	3	4
7	Определение суточных потерь и мощности нагрузки, соответствующей максимальному КПД трансформатора	решение ситуационных задач	2	2	5
Всего			17	17	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.



Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Измерение активной мощности трехфазного переменного тока в трехпроводных сетях с помощью ваттметра	3	3	2
2	Измерение активной мощности трехфазного переменного тока в трехпроводных сетях с помощью трансформаторов тока и ваттметра	3	3	2
3	Измерение активной мощности трехфазного переменного тока в трехпроводных сетях с помощью трансформаторов тока, трансформаторов напряжения и ваттметра	3	3	3
4	Измерение активной энергии трехфазного переменного тока в четырехпроводной сети с помощью трансформаторов тока и счетчика электрической энергии	3	3	3
5	Измерение активной энергии трехфазного переменного тока в трехпроводной сети с помощью трансформаторов тока, трансформаторов напряжения и счетчика электрической энергии	3	3	4
6	Одновременное измерение тока, напряжения, активной мощности и активной энергии в трехпроводной электрической сети	2	2	4
Всего		17	17	

#### 4.5. Курсовое проектирование

Цель курсового проекта: закрепление, систематизация и расширение теоретических знаний студента путем самостоятельного решения комплексных инженерных задач проектирования системы электроснабжения промышленных предприятий. Важнейшим условием выбора системы электроснабжения при выполнении курсового проекта является принятие обоснованных технико-экономических решений по всем техническим вопросам и составляющим этой системы. Принятая схема электроснабжения должна обеспечивать соответствующую степень качества и надежности электроснабжения.

Часов практической подготовки: 17.

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3

Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	15	15
Курсовое проектирование (КП, КР)	15	15
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	6	6
Всего:	41	41

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
ISBN 978-5-8088-1213-0	Основы электроснабжения объектов отрасли: учебное пособие / В. Ф. Шишлаков, О. Я. Соленая, С. В. Соленый; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – Электрон. текстовые дан. – СПб.: Изд-во ГУАП, 2017. – 86 с.	50
ISBN 978-5-8088-13	Режимы работы электроэнергетических систем: учеб. пособие / А. Л. Ронжин, О. Я. Соленая, В. П. Кузьменко, С. В. Соленый. – СПб.: ГУАП, 2019. – 93 с.	50
	Электроснабжение объектов отрасли: учеб.-метод. пособие / С. П. Агеев, В. П. Кузьменко, С. В. Соленый, О. Я. Соленая. – СПб.: ГУАП, 2021. – 85 с.	50
	Щербаков Е. Ф. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях: учебное пособие [Электронный ресурс] / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров, А.Л. Дубов. – М.: Форум, 2010. – 496 с.: ил. Режим доступа: <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=197466">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=197466</a>	50
	Фролов Ю. М. Основы электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Фролов Ю. М., Шелякин В. П. – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2012. – 480 с. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4544">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4544</a>	50
ISBN	Анчарова Т. В. Электроснабжение и	50

978-5-91134-672-0	электрооборудование зданий и сооружений: Учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2012. - 416 с.: 60x90 1/16. – Режим доступа: <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=326458">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=326458</a>	
-------------------	--	--

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://knigaliv.ru/DOC/28.pdf">http://knigaliv.ru/DOC/28.pdf</a>	Конюхова Е. А. К 64 Электроснабжение объектов: Учеб. пособие. - М.: Издательство «Мастерство», 2002. - 320 с: ил. ISBN 5-294-00063-6.
<a href="http://www.gost-r.com/">http://www.gost-r.com/</a>	Справочные материалы и нормативные документы по электроснабжению.
<a href="http://portal-energo.ru/articles/details/id/66">http://portal-energo.ru/articles/details/id/66</a>	Учет потребления энергии и энергоресурсов.

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Справочные материалы по электрооборудованию электрических станций и подстанций.
2	ПУЭ

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)

1	Мультимедийная лекционная аудитория	21-18, 21-21 БМ
2	Специализированная Лаборатория электроэнергетики Инженерной школы	418 Моск.
3	Компьютерный класс	31-04 БМ

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Охарактеризуйте понятие электроэнергетической системы.</li> <li>2. Назначение и типы электрических станций.</li> <li>3. Назначение и типы электрических подстанций.</li> <li>4. Виды распределительных устройств трансформаторных подстанций.</li> <li>5. Классификация потребителей электрической энергии по категориям надежности питания.</li> <li>6. Что понимается под установившимся режимом электрической системы?</li> <li>7. Назначение и устройство защитного заземления.</li> <li>8. Особенности выбора места, числа и мощности цеховых комплектных ТП.</li> <li>9. Охарактеризуйте понятие максимальной расчетной нагрузки электроприемников.</li> <li>10. Что понимается под резервированием в системах электроснабжения?</li> <li>11. Характеристика электроприемников по бесперебойности электроснабжения.</li> <li>12. Основные требования, предъявляемые к надежности систем электроснабжения.</li> </ol>	ПК-3.Д.1

<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Чем обусловлена целесообразность применения устройства АВР в схемах электроснабжения потребителей II категории надежности?</li> <li>14. Сопоставьте радиальные и магистральные схемы сети по бесперебойности питания.</li> <li>15. Охарактеризуйте условия параллельной работы трансформаторов, приведите схему подключения.</li> <li>16. Требования к схемам электроснабжения и устройствам автоматики потребителей электрической энергии в зависимости от их категории надежности.</li> <li>17. Радиальные и магистральные схемы электроснабжения. Достоинства и недостатки.</li> <li>18. Назначение проверки ЗКА при проектировании схем электроснабжения по току КЗ.</li> <li>19. Методика выбора числа и мощности силовых трансформаторов.</li> <li>20. Особенности расчета токов КЗ в высоковольтных и низковольтных сетях.</li> <li>21. Методика выбора компенсирующих устройств и силовых трансформаторов.</li> <li>22. Методика определения суточных потерь и мощности нагрузки, соответствующей максимальному КПД трансформатора.</li> <li>23. Какие коэффициенты характеризуют режимы работы электроприемников?</li> <li>24. С помощью каких методов рассчитываются сечения ЛЭП при проектировании систем электроснабжения?</li> <li>25. С помощью каких методов рассчитываются технико-экономические показатели при проектировании систем электроснабжения?</li> <li>26. С помощью каких методов рассчитываются потери электроэнергии при проектировании систем электроснабжения?</li> <li>27. С помощью каких методов рассчитываются токи КЗ при проектировании систем электроснабжения?</li> </ol>	<p>ПК-3.Д.2</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>28. Что характеризует коэффициент загрузки трансформатора? Допустимые диапазоны величин.</li> <li>29. Что характеризует коэффициент использования электроприемника?</li> <li>30. Что характеризует эффективное число электроприемников?</li> <li>31. Какие коэффициенты характеризуют режимы работы электроприемников?</li> <li>32. Требования к автоматическим средствам защиты систем электроснабжения в зависимости от категории надёжности потребителей.</li> </ol>	<p>ПК-3.Д.4</p>

<p>33. Опишите метод упорядоченных диаграмм.</p> <p>34. Опишите метод расчетного коэффициента.</p> <p>35. Какие коэффициенты характеризуют режимы работы электроприемников?</p> <p>36. Охарактеризуйте понятие экономической плотности тока.</p> <p>37. Допустимые перерывы питания электроприемников в зависимости от их категории надежности электроснабжения.</p> <p>38. Режимы работы систем электроснабжения промышленных предприятий.</p> <p>39. Потери электроэнергии в элементах сети. Время максимальных потерь <math>\tau_m</math>.</p> <p>40. Виды потерь мощности силовых трансформаторов.</p> <p>41. Требования к устройствам релейной защиты и автоматики, установленным на подстанции.</p> <p>42. Основные виды релейной защиты трансформатора, принцип действия.</p>	ПК-3.Д.5
<p>43. Графики нагрузок электроприемников. Показатели, характеризующие приемники электрической энергии.</p> <p>44. Виды конфигурации схем электроснабжения. Достоинства и недостатки.</p> <p>45. Селективность средств защиты в схемах электроснабжения.</p> <p>46. Принцип действия и особенности применения АВР и АПВ.</p> <p>47. В каких случаях работает противоаварийная автоматика АРВ и АЧР?</p> <p>48. Режимы работы нейтрали трансформаторов в системах электроснабжения.</p> <p>49. Основные виды и действие токов КЗ.</p> <p>50. Назначение компенсирующих устройств в системах электроснабжения.</p>	ПК-5.Д.6

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.  
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Проектирование системы электроснабжения промышленного объекта.
2	Проектирование системы электроснабжения группы цехов предприятия.
3	Проект электроснабжения группы промышленных потребителей

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1. Радиальными называют схемы	ПК-3.Д.1

<p>2. Способность защиты отключать при коротком замыкании только поврежденный участок это</p> <p>3. Что преобразует трансформатор?</p> <p>4. Какие решения позволяет принять картограмма нагрузок?</p> <p>5. В чем заключается задача компенсации реактивной мощности?</p> <p>6. Электроустановка для отключения участка сети при авариях, включающая аппарат для отключения, систему защиты и автоматики называется</p> <p>7. Как передается электрическая энергия из первичной обмотки автотрансформатора во вторичную?</p> <p>8. Выберите из шкалы среднее номинальное напряжение выше 1000 В</p> <p>9. Укажите источники реактивной мощности</p> <p>10. В каких случаях ВЛЭП выполняют двухцепными?</p>	
<p>11. Наибольшая надежность в электроснабжении достигается при конфигурации схемы в виде</p> <p>12. Укажите условия для установки РП на территории предприятия</p> <p>13. Какие проверки выполняют для ВЛЭП при проектировании электрической сети?</p> <p>14. В каком из перечисленных случаев следует выбирать двухтрансформаторную ТП?</p> <p>15. Для чего рассчитывается ТЦН в проекте электроснабжения?</p>	ПК-3.Д.2
<p>16. Перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания дежурным персоналом допускаются для потребителей</p> <p>17. Какие требования предъявляются к электроснабжению потребителей особой группы?</p>	ПК-3.Д.4
<p>18. Какие элементы следует включить в схему замещения для расчета токов КЗ при напряжении выше 1 кВ?</p> <p>19. Какие элементы электрической сети из перечисленных учитывают при расчете тока КЗ?</p> <p>20. Расчетные токи КЗ служат для выбора:</p> <p>21. Укажите методы расчета сечений ЛЭП</p>	ПК-3.Д.5
<p>22. Что такое селективность средств защиты?</p> <p>23. Для уменьшения тока КЗ в электрических сетях применяется</p> <p>24. Перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания дежурным персоналом допускаются для потребителей</p> <p>25. Максимальное значение коэффициента загрузки трансформатора на двухтрансформаторной подстанции в аварийном режиме работы</p>	ПК-5.Д.6

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.



## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

Лекция состоит из трёх основных частей: вступительной, основной и заключительной.

Вступительная часть определяет название темы, план и цель лекции. Она призвана заинтересовать и настроить аудиторию. В этой части лекции излагается актуальность, основная идея, связь данной лекции с предыдущими занятиями, ее основные вопросы. Введение должно быть кратким и целенаправленным.

В основной части лекции реализуется научно-техническое содержание темы, все основные вопросы, проводится вся система доказательств с использованием наиболее целесообразных методических приёмов. Каждый учебный вопрос заканчивается краткими выводами, логически подводящими студентов к следующему вопросу лекции.

Заключительная часть имеет целью обобщать в кратких формулировках основные идеи лекции, логически завершая её как целостное творение.

Отдельные виды лекций могут иметь свои особенности как по содержанию, так и по структуре.

Для более полного и глубокого ознакомления студентов с материалами лекции, ее электронная версия размещается в Личном кабинете в разделе «Материалы».

### 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя

комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

При проведении практических занятий преподаватель должен придерживаться следующего плана:

- изложить суть практического занятия и методику его выполнения;
- выдать (при необходимости) индивидуальное задание каждому студенту группы;
- контролировать активность студентов в процессе выполнения задания;
- проверить результат выполнения задания и оценить полноту и качество выполнения по модульно-рейтинговой шкале;
- отметить в журнале посещения персональное присутствие студентов;
- провести консультации по пропущенным темам практических занятий;
- проверить результаты самостоятельного освоения материала по пропущенным темам.

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

1. Приступать к работе можно только после ознакомления с рабочим местом.

2. Перед сборкой схем убедиться в том, что лабораторное оборудование отключено от источника питания.
3. Перед включением схемы убедиться в том, что вся включенная в схему коммутационная аппаратура (кнопки и др.) находится в исходном положении.
4. При включении и в процессе регулирования следить за показаниями основных измерительных приборов (цифровой осциллограф, мультиметр и др.) схемы.
5. В процессе работы не оставлять без присмотра рабочее место, которое находится под напряжением.
6. Не касаться незаземленных частей приборов и аппаратов, которые находятся под напряжением.
7. К лабораторным занятиям допускаются только те студенты, которые усвоили правила безопасности.
8. Лабораторные работы выполняются бригадой студентов в составе не менее двух человек.
9. Каждый студент должен подготовиться к лабораторной работе. При недостаточной подготовке студент не допускается к ее выполнению.
10. Собранная схема и написанная программа должна быть проверена преподавателем, который после проверки дает разрешение на проведение опытов.
11. Перед включением схемы студент, производящий данную операцию, должен предупредить членов своей бригады об этом фразой «Начинаем эксперимент».
12. После включения схемы без записи показаний приборов проверяется возможность выполнения лабораторной работы во всем заданном диапазоне изменения характеристик и показаний. Только после этого приступают к работе.
13. Результаты измерений по каждой характеристике должны быть проверены преподавателем.
14. Все переключения в схеме и ее окончательная разборка делается только с разрешения преподавателя. В случае неверности полученных данных работа переделывается.
15. После переключения схема должна быть проверена преподавателем.
16. В случае возникновения аварийной ситуации (появление дыма, запаха гари, несвойственных звуков, искры и др.) на рабочем месте необходимо немедленно отключить схему от напряжения и сообщить об этом событии преподавателю без любых изменений в схеме. Вместе с преподавателем надо найти причину аварии и устранить ее.
17. Студент должен бережно обращаться с предоставляемым ему оборудованием и компьютерной техникой, запрещается делать надписи мелом, карандашом или чернилами. Нельзя загромождать рабочее место приборами и аппаратами, которые не используются в лабораторной работе, оставлять на них книги, тетради и др. предметы.
18. К следующему занятию каждый студент должен составить отчет по предыдущей лабораторной работе в соответствии с установленной формой.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

В отчете обязательно должны быть отражены следующие разделы: «Название» «Цель работы», «Содержание работы», «Схемы испытаний», «Результаты измерений и вычислений», «Анализ полученных характеристик и краткие выводы». В состав отчета могут быть включены другие разделы, которые учитывают специфику выполняемой лабораторной работы. Необходимые схемы, рисунки и графики можно чертить карандашом либо с использованием специальных программных продуктов на персональном компьютере.

### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Результаты выполненных лабораторных работ, оформляются в виде отчета по одному образцу. Отчет пишут с одной стороны листа формата А4 (размером 210×297 мм). Основные надписи выполняют в соответствии с Госстандартом.

Все выполненные и подписанные руководителем отчеты по лабораторным работам складывают в логической последовательности и брошюруют. При большом количестве страниц (более десяти) составляют содержание отчета, который размещают в альбоме после титульного листа. Титульный лист должен иметь надпись «Журнал лабораторных работ (отчеты)» с фамилией руководителя (преподаватель) и исполнителя (студент).

Для более полного и глубокого ознакомления студентов с ходом проведения лабораторных работ и отчетностью, в Личном кабинете в разделе «Задания» размещается электронная версия учебно-методических указаний.

### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования

Курсовой проект проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;
- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;
- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;
- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

### Структура пояснительной записки курсового проекта

1 Краткая характеристика объекта, его технологического процесса и потребителей электроэнергии.

2 Выбор напряжения питания подстанции и конфигурации электрической сети.

3 Расчет электрической нагрузки.

4 Компенсация реактивных нагрузок.

5 Выбор количества и мощности трансформаторов питающей подстанции.

6 Выбор схемы электрической сети и ее конструктивного исполнения.

7 Расчет сечений участков сети.

8 Расчет токов короткого замыкания.

9 Выбор электрооборудования системы электроснабжения.

## 10 Защита элементов электроснабжения.

10.1. Выбор предохранителей напряжением до 1 кВ.

10.2. Выбор автоматических выключателей.

10.3 Защита линии выше 1 кВ.

10.4 Защита силовых трансформаторов.

### Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта

Пояснительная записка оформляется согласно требованиям ЕСКД и ГОСТ. Расчет ведется по методическим указаниям к курсовому проекту.

Пояснительная записка содержит теоретическую, расчетную и графическую часть. Содержание теоретической и расчетной частей приведены в структуре пояснительной записки курсового проекта. Графическая часть проекта включает в себя:

- варианты конфигурации и схемы построения электрической сети;
- подробную однолинейную электрическую схему электроснабжения;
- план размещения электрооборудования.

Для более полного и глубокого ознакомления студентов с ходом проведения расчетов по курсовому проектированию и отчетностью, в Личном кабинете в разделе «Задания» размещается электронная версия учебного пособия.

### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

### 11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Контроль качества знаний проводится в форме индивидуального собеседования по материалу отдельных разделов дисциплины, а также проверки отчетов о выполнении практических заданий.

Система оценок при проведении текущего контроля успеваемости осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Результаты текущего контроля могут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой