

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«17» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрические системы и сети»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.05.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Специальные электромеханические системы
Наименование направленности	Электромеханические системы специальных устройств и изделий
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург – 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



17.02.2025

(подпись, дата)

О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«17» февраля 2025 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



17.02.2025

(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)



17.02.2025

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Электрические системы и сети» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/специальности 13.05.02 «Специальные электромеханические системы» направленности «Электромеханические системы специальных устройств и изделий». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-4 «Способен использовать методы анализа, моделирования и оценки качества действующих и проектируемых образцов элементов специальных электромеханических систем»

ОПК-5 «Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности»

ПК-1 «Способность принимать участие в проектировании электротехнических и электроэнергетических устройств, специальных электромеханических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физики процессов, протекающих в электроэнергетических системах при передаче и распределении электроэнергии, о способах построения электрических систем и выборе оптимального варианта конфигурации электрической сети для обеспечения качества, надёжности и экономичности электроснабжения потребителей.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний о физике процессов, протекающих в электроэнергетических системах при передаче и распределении электроэнергии, о способах построения электрических систем и выборе оптимального варианта конфигурации электрической сети для обеспечения качества, надёжности и экономичности электроснабжения потребителей.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен использовать методы анализа, моделирования и оценки качества действующих и проектируемых образцов элементов специальных электромеханических систем	ОПК-4.3.1 знает особенности режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования объектов электроэнергетики; назначение, конструкцию, технические параметры и принцип работы электрооборудования
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.У.1 умеет выбирать электротехнические и конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность принимать участие в проектировании электротехнических и электроэнергетических устройств, специальных электромеханических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные	ПК-1.У.1 умеет собирать и анализировать данные для проектирования, составления конкурентноспособных вариантов технических решений ПК-1.В.2 владеет навыком представления этапов реализации проекта и результата своей работы с использованием современных текстовых и графических редакторов

	технические, энергоэффективные и экологические требования	
--	---	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Электротехника»,
- «Физика».

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

- «Защита и автоматика электроэнергетических и электромеханических систем»,
- «Электроснабжение объектов отрасли».

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	
		№5	№6
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	6/ 216	5/ 180	1/ 36
Из них часов практической подготовки	8		8
Аудиторные занятия, всего час.	68	51	17
в том числе:			
лекции (Л), (час)	17	17	
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	36	36	
Самостоятельная работа, всего (час)	112	93	19
Вид промежуточной аттестации: 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 5					
Раздел 1. Энергосистема и ее элементы. Тема 1.1. Цели и задачи курса. Основные понятия. Номинальные напряжения.	4				20

Тема 1.2. Классификация электрических сетей. Характеристики основных электроприемников.					
Раздел 2. Конструктивная часть воздушных и кабельных линий электропередачи. Тема 2.1. Основные сведения о конструкциях линий электропередач. Тема 2.2. Параметры схемы замещения ЛЭП. Тема 2.3. Методы расчета сечений проводов.	4	3	4		20
Раздел 3. Проектирование электрических систем и сетей. Тема 3.1. Параметры схемы замещения трансформаторов. Тема 3.2. Выбор и проверка основного силового оборудования. Тема 3.3. Виды конфигурации электрической сети. Тема 3.4. Показатели качества электрической энергии.	4	4	3		23
Раздел 4. Режимы работы электрической сети. Тема 4.1. Методика расчета желаемого уровня напряжения на шинах потребителей. Тема 4.2. Методика расчета режима при заданном напряжении в конце и начале ЛЭП. Тема 4.3. Методика расчета режима работы сетей разных номинальных напряжений. Тема 4.4. Методы и устройства регулирования напряжения на шинах потребителей.	5	10	10		30
Итого в семестре:	17	17	17		93
Семестр 6					
Выполнение курсового проекта				17	19
Итого в семестре:				17	19
Итого	17	17	17	17	112

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
1	Энергосистема и ее элементы. Цели и задачи курса. Основные понятия. Номинальные напряжения. Классификация электрических сетей. Электроэнергетическая система как подсистема топливно-энергетического комплекса. Основные термины и определения. Характеристики основных электроприемников. Классификация потребителей по степени надежности электроснабжения. Классификация электрических сетей. Понятие номинального напряжения. Электрические нагрузки: графики, способы задания при расчётах режимов электрических сетей.
2	Конструктивная часть воздушных и кабельных линий электропередачи. Основные сведения о конструкциях линий электропередач. Векторные

	диаграммы ЛЭП. Основные элементы и общая характеристика воздушных линий электропередачи. Требования, предъявляемые к конструкции. Провода, изоляция, арматура и опоры воздушных линий. Кабельные линии электропередачи. Методы расчета сечений проводов. Проверка по нагреву, механической прочности и допустимой потере напряжения.
3	Проектирование электрических систем и сетей. Схемы замещения и параметры элементов электрических сетей. Параметры схемы замещения трансформаторов. Схема замещения двухобмоточного трансформатора. Схемы замещения трехобмоточного трансформатора и автотрансформатора. Выбор и проверка основного силового оборудования. Виды конфигурации электрической сети. Потери мощности в элементах электрических сетей. Показатели качества электрической энергии.
4	Режимы работы электрической сети. Методика расчета желаемого уровня напряжения на шинах потребителей. Методика расчета режима при заданном напряжении в конце и начале ЛЭП. Расчет линий с двухсторонним питанием. Методика расчета режима работы сетей разных номинальных напряжений. Метод встречного регулирования. Методы и устройства регулирования напряжения на шинах потребителей.

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 5					
1.	Определение параметров схемы замещения ЛЭП.	решение ситуационных задач	2		2
2.	Методы расчета сечений проводов.	решение ситуационных задач	2		2
3.	Определение параметров схемы замещения трансформаторов.	решение ситуационных задач	3		3
4.	Потери мощности и электроэнергии в линиях и трансформаторах.	решение ситуационных задач	3		3
5.	Выбор рациональных ответвлений РПН трансформаторов и автотрансформаторов.	решение ситуационных задач	3		4
6.	Расчет режимов работы	решение	4		4

	электрической сети	ситуационных задач			
Всего			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 5				
1.	Автоматическое повторное включение ЛЭП	4		2
2.	Автоматический ввод резерва питающего присоединения	6		3
3.	Автоматическое регулирование частоты вращения синхронного генератора	6		4
4.	Автоматическое регулирование возбуждения синхронного генератора	6		4
5.	Автоматическая синхронизация генератора с сетью	8		4
Всего		34	-	-

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта: спроектировать оптимальную по технико-экономическим показателям схему электрической сети.

Часов практической подготовки: 8.

Примерные темы заданий на курсовую работу 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 5, час	Семестр 6, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40	
Курсовое проектирование (КП, КР)	15		15
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	25	25	
Домашнее задание (ДЗ)			

Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	32	28	4
Всего:	112	93	19

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 978-5-8088-1211-6	Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Ф. Шишлаков, О. Я. Соленая, С. В. Солёный; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – Электрон. текстовые дан. – СПб.: Изд-во ГУАП, 2017. – 127 с.	50
ISBN 978-5-8088-1213-0	Основы электроснабжения объектов отрасли [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Ф. Шишлаков, О. Я. Соленая, С. В. Солёный; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – Электрон. текстовые дан. - СПб.: ГУАП, 2017. – 86 с.	50
ISBN 978-5-8088-1745-6	Электрические системы и сети: учеб. пособие / О. Я. Солёная, С. В. Солёный. – СПб.: ГУАП, 2022. – 79 с.	50
ISBN 978-985-06-1597-8	Федин В. Т., Фадеева, Г.А. Проектирование распределительных электрических сетей [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.А. Фадеева, В.Т. Федин; под общ. ред. В.Т. Федина. - Минск: Высш. шк., 2009. – 365 с.: ил. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505813	

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
https://lib.guap.ru/	Библиотека ГУАП
https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека
http://www.gost-r.com/	Справочные материалы и нормативные документы по

	электрическим системам.
http: portal-energo.ru/articles/details/id/66	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
1	Mathcad

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	http: www.gost-r.com/ Справочные материалы и нормативные документы по электрическим системам.

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	21-21 БМ, 21-18 БМ
2	Компьютерный класс	31-04 БМ
3	Лаборатория электроснабжения	31-03 БМ
4	Лаборатория электроэнергетики	418 Московский пр., 149ВА

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"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

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
Классификация электрических сетей. Стандартный ряд номинальных напряжений и наибольшие рабочие значения напряжений. Какие бывают опоры? Их назначение. Классификация линейных изоляторов, их конструктивное исполнение. Виды линейной арматуры, её назначение.	ОПК-4.3.1

В чем заключается анализ режимов, и с какой целью его проводят? Встречное регулирование напряжения.	
Принципы составления вариантов конфигурации электрической сети. Задание нагрузки при расчётах режимов. Представление генераторов при расчётах установившихся режимов. Регулирование напряжения с помощью РПН трансформаторов и линейных регуляторов. Выбор ответвлений РПН в двухобмоточных трансформаторах. Выбор ответвлений РПН в трехобмоточных трансформаторах. Выбор ответвлений РПН в автотрансформаторах. Способы присоединения подстанций к электрической сети. Выбор сечений проводов ВЛ методом экономических токовых интервалов. Выбор сечений проводников по нагреву длительно-допустимым током. Выбор сечений проводников по допустимой потере напряжения. Три задачи компенсации реактивной мощности. Выбор компенсирующих устройств методом поперечной компенсации. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.	ОПК-5.У.1
В чем заключается характеристика района проектирования? Какие климатические характеристики нужно знать при проектировании и для чего? Технический анализ вариантов конфигурации сети. Определение потерь мощности в двухобмоточном трансформаторе. Определение потерь мощности в трёхобмоточном трансформаторе и автотрансформаторе. Приведенная и расчётная нагрузка узла. Методика расчета режимов разомкнутых сетей по данным «начала». Методика расчета режимов кольцевых сетей. Особенности расчёта режимов в однородных электрических сетях. Методика расчета режимов сетей с двухсторонним питанием. Определение наибольшей потери напряжения. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанции с двухобмоточными трансформаторами. Определение напряжения на сторонах среднего и низшего напряжений подстанции с трёхобмоточными трансформаторами и автотрансформаторами. Методика расчета режимов сетей с различными номинальными напряжениями. Методика выбора номинального напряжения сети. Чистый дисконтированный доход. Среднегодовые эквивалентные затраты. Капитальные вложения. Эксплуатационные издержки. Расчет потерь электроэнергии.	ПК-1.У.1
Виды конфигурации электрической сети. Схемы замещения ВЛЭП и их параметры. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и её параметры. Схема замещения трансформатора с расщепленной обмоткой и её параметры. Схема замещения трёхобмоточного трансформатора, её параметры. Схема замещения автотрансформатора, её параметры. Схемы электрических соединений подстанций.	ПК-1.В.2

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	Проект электроснабжения группы потребительских подстанций.
2	Выбор оптимальной конфигурации и параметров распределительной электрической сети.

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
<p>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p>		
1	<p>Как называется распределительное устройство, предназначенное для приема и распределения электроэнергии на одном напряжении без преобразования?</p> <p>А) приемный пункт - ПП Б) источник питания - ИП В) распределительный пункт - РП Г) трансформаторная подстанция - ТП</p>	ОПК-5.У.1
2	<p>Максимальное значение коэффициента загрузки трансформатора на двухтрансформаторной подстанции в аварийном режиме работы</p> <p>А) 1,5; Б) 0,75; В) 100; Г) 0,5.</p>	ПК-1.У.1
3	<p>На оси абсцисс графика нагрузки откладывается</p> <p>А) Продолжительность нагрузки в течение определенного периода Б) Активная мощность В) Реактивная мощность Г) Полная мощность</p>	ОПК-4.3.1
<p>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>		

4	<p>Электрическая система – это совокупность ...</p> <p>А) электрической части станций, электрических сетей, потребителей электрической энергии;</p> <p>Б) тепловых сетей, потребителей тепла, потребителей электрической энергии;</p> <p>В) электростанций, электрических сетей, потребителей тепла;</p> <p>Г) генераторов, трансформаторов, двигателей.</p>	ОПК-4.3.1								
5	<p>К потребителям собственных нужд на трансформаторных подстанциях относят:</p> <p>А) осветительные установки</p> <p>Б) вентиляционные установки</p> <p>В) вспомогательные механизмы механических мастерских</p> <p>Г) компенсирующие устройства</p>	ОПК-5.У.1								
6	<p>Выберите верный ответ.</p> <p>К недостаткам радиальных схем электрической сети относят:</p> <p>А) неэкономичность</p> <p>Б) ограниченная гибкость сети</p> <p>В) невысокая надежность электроснабжения</p> <p>Г) все перечисленное</p>	ПК-1.У.1								
<p>3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>										
7	<p>Установите соответствие определению и функциональному назначению электрооборудования</p> <table><tr><td>1. Открытое распределительное устройство (ОРУ)</td><td>А) Совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования, предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии</td></tr><tr><td>2. Закрытое распределительное устройство (ОРУ)</td><td>Б) Электроустановка, у которой основное электрооборудование расположено на открытом воздухе возле подстанции</td></tr><tr><td>3. Электроустановка</td><td>В) Распределительное устройство, оборудование которого устанавливается в закрытых помещениях, либо защищено от контакта с окружающей средой специальными кожухами</td></tr><tr><td>4. Комплектное распределительное устройство</td><td>Г) Категория электроустановок, которые служат для получения и распределения электрической энергии и тока одной конкретной категории напряжения</td></tr></table>	1. Открытое распределительное устройство (ОРУ)	А) Совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования, предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии	2. Закрытое распределительное устройство (ОРУ)	Б) Электроустановка, у которой основное электрооборудование расположено на открытом воздухе возле подстанции	3. Электроустановка	В) Распределительное устройство, оборудование которого устанавливается в закрытых помещениях, либо защищено от контакта с окружающей средой специальными кожухами	4. Комплектное распределительное устройство	Г) Категория электроустановок, которые служат для получения и распределения электрической энергии и тока одной конкретной категории напряжения	ОПК-5.У.1
1. Открытое распределительное устройство (ОРУ)	А) Совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования, предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии									
2. Закрытое распределительное устройство (ОРУ)	Б) Электроустановка, у которой основное электрооборудование расположено на открытом воздухе возле подстанции									
3. Электроустановка	В) Распределительное устройство, оборудование которого устанавливается в закрытых помещениях, либо защищено от контакта с окружающей средой специальными кожухами									
4. Комплектное распределительное устройство	Г) Категория электроустановок, которые служат для получения и распределения электрической энергии и тока одной конкретной категории напряжения									
8	<p>Установите соответствие диапазона значений номинальных напряжений классификации электрических сетей</p> <table><tr><td>1. 110-220 кВ</td><td>А) Электрическая сеть высокого напряжения</td></tr></table>	1. 110-220 кВ	А) Электрическая сеть высокого напряжения	ОПК-5.У.1						
1. 110-220 кВ	А) Электрическая сеть высокого напряжения									

	2. 3-10 кВ Б) Электрическая сеть среднего напряжения	
	3. 330-1150 кВ Г) Системообразующие электрические сети	
9	<p>Установите соответствие. Требования ПУЭ по электроснабжению групп электроприёмников в зависимости от их категории надежности:</p> <p>1. 1 категория А) Электроснабжение от двух независимых источников питания с автоматическим вводом резерва</p> <p>2. 2 категория Б) Электроснабжение от одного источника питания, но с возможностью резервирования от других источников</p> <p>3. 3 категория В) Электроснабжение от одного источника питания, допускающее перерывы на ремонт не более одних суток</p> <p>4. Особая группа Г) Электроснабжение от двух независимых источников питания с автоматическим вводом резерва с дополнительным питанием от третьего независимого источника</p>	ПК-1.У.1
<p>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>		
10	<p>Укажите последовательность представления данных в типе трансформатора</p> <p>А) Назначение трансформатора; Б) Количество фаз; В) Тип охлаждения; Г) Особенности конструкции; Д) Номинальная мощность; Е) Класс напряжения.</p>	ОПК-5.У.1
11	<p>Укажите последовательность проведения расчета регулирования напряжения на подстанциях</p> <p>А) Рассчитывается напряжение ответвления РПН; Б) Рассчитывается напряжение ступени регулирования; В) Рассчитывается необходимый номер ответвления; Г) Принимается ближайший номер стандартного ответвления; Д) Номинальная мощность; Е) Класс напряжения.</p>	ПК-1.У.1
12		
<p>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание</p>		
13	Потери активной и реактивной мощности в трансформаторах разделяются на _____	ОПК-4.3.1
14	Потери активной мощности в стали трансформаторов обусловлены _____	ОПК-4.3.1

15	Электроприемники, создающие неравномерные по фазам нагрузки, вызывают _____	ОПК-5.У.1
----	---	-----------

Примечание: СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ.

1-й тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2-й тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3-й тип. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца).

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

4-й тип. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5-й тип. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте.

Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла.

Если допущена одна ошибка\неточность\ответ правильный, но не полный – 1 балл.

Если допущено более 1 ошибки\ответ неправильный\ответ отсутствует – 0 баллов.

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:

- 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.

Последовательность предоставления лекционного материала:

- введение в раздел;
- знакомство с основными понятиями;
- изучение проблем по теме раздела и известных способов их решения;
- обсуждение, ответы на вопросы.

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 обучающимися 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

На практических занятиях предусматривается проведение расчетов по тематикам дисциплины, обсуждение вариантов решения рассматриваемой проблемы и задачи, оценка рациональности использования выбранного решения.

С целью развития творческих навыков у студентов при изучении данной дисциплины определен перечень тем научно-исследовательских работ и рефератов по наиболее проблемным задачам и вопросам теоретического и практического плана (выдаются наиболее одаренным студентам):

- особые режимы в ЭЭС и их анализ. Источники, вызывающие особые режимы в электрической сети;
- первичное, вторичное и третичное регулирования частоты;
- противоаварийные мероприятия при снижении частоты в электроэнергетических системах;
- влияние режимов работы потребителей на формирование графиков электрических нагрузок подстанций;
- балансовая задача компенсации реактивной мощности.

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 неизолированных 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 соответствующей установленной форме.

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 (фото экспериментов, программный код и др.). 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).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

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 Проектирование электрической сети
 - 1.1 Исходные данные
 - 1.2 Определение расчетных нагрузок
 - 1.3 Обоснование необходимости и места сооружения узловой подстанции
 - 1.4 Выбор номинального напряжения в системе внешнего электроснабжения. Анализ возможной схемы внешнего электроснабжения
 - 1.5 Разработка вариантов системы внутреннего электроснабжения
 - 1.6 Выбор номинального напряжения сети. Выбор и проверка сечений проводов
 - 1.7 Выбор трансформаторов и компенсирующих устройств потребительских подстанций
 - 1.8 Расчет экономических показателей сравниваемых вариантов

- 1.9 Выбор оптимального варианта схемы электроснабжения района
- 1.10 Проектирование системы внешнего электроснабжения
- 1.11 Анализ схемы электроснабжения района

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 электрической сети;
- однолинейную схему электрических соединений оптимального варианта сети.

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.

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.

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».

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью вопросов для тестов, приведенных в таблице 18. Тестирование студентов проводится два раза в семестр – на текущем контроле успеваемости и в конце семестра. Результаты текущего контроля могут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

В случае невыполнения и/или неуспешной сдачи 3 и более лабораторных работ, обучающийся, при успешном прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена, не может получить аттестационную оценку выше "хорошо".

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 выполнения практических заданий, лабораторных работ, текущего контроля успеваемости и экзаменационной работы. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования, 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