

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

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

 (инициалы, фамилия)

(подпись)

«28» мая 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрические системы и сети»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности/ специализации	Цифровая энергетика
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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



28.05.2026

(подпись, дата)

О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)

Директор проектов по
работе с учебными
заведениями
АО "СиСофт
Девелопмент",

д.т.н., профессор
(уч. степень, звание)



28.05.2026

(подпись, дата)

О.О. Егорычев

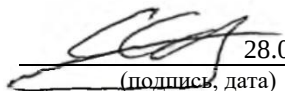
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«28» мая 2026 г, протокол № 12

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.
(уч. степень, звание)



28.05.2026

(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

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



28.05.2026

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Электрические системы и сети» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности/специализации «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 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, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (5 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

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 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.6 определяет параметры элементов объектов профессиональной деятельности в различных режимах работы
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы	ПК-5.Д.5 осуществляет оценку текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы 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:

- «Электротехника»,
- «Физика».

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

- «Электрические станции и подстанции»,
- «Электроснабжение».

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
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	51	51
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	40	40
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

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/КР (час)	СР (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Энергосистема и ее элементы. Тема 1.1. Цели и задачи курса. Основные понятия. Номинальные напряжения. Тема 1.2. Классификация электрических сетей. Характеристики основных электроприемников.	4				10
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	6	4		10
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	8	3		10

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	20	10		10
Итого в семестре:	17	34	17		40
Итого	17	34	17	0	40

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	Раздел 1. Энергосистема и ее элементы. Тема 1.1. Цели и задачи курса. Основные понятия. Номинальные напряжения. Электроэнергетическая система как подсистема топливно-энергетического комплекса. Основные термины и определения. Тема 1.2. Классификация электрических сетей. 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	Раздел 2. Конструктивная часть воздушных и кабельных линий электропередачи. Тема 2.1. Основные сведения о конструкциях линий электропередач. Основные элементы и общая характеристика воздушных линий электропередачи. Требования, предъявляемые к конструкции. Провода, изоляция, арматура и опоры воздушных линий. Кабельные линии электропередачи. Тема 2.2. Параметры схемы замещения ЛЭП. Векторные диаграммы ЛЭП. Тема 2.3. Методы расчета сечений проводов. Проверка по нагреву, механической прочности и допустимой потере напряжения.
3	Раздел 3. Проектирование электрических систем и сетей. Тема 3.1. Параметры схемы замещения трансформаторов. Схема замещения двухобмоточного трансформатора. Схемы замещения трехобмоточного трансформатора и автотрансформатора. Тема 3.2. Выбор и проверка основного силового оборудования. Тема 3.3. Виды конфигурации электрической сети. Тема 3.4. Показатели качества электрической энергии. Потери мощности в элементах электрических сетей.
4	Раздел 4. Режимы работы электрической сети. Тема 4.1. Методика расчета желаемого уровня напряжения на шинах потребителей. Метод встречного регулирования. 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. Расчет линий с двухсторонним питанием.

	Тема 4.4. 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	4	4	2
2.	Методы расчета сечений проводов.	решение ситуационных задач	4	4	2
3.	Определение параметров схемы замещения трансформаторов.	решение ситуационных задач	6	6	3
4.	Потери мощности и электроэнергии в линиях и трансформаторах.	решение ситуационных задач	6	6	3
5.	Выбор рациональных ответвлений РПН трансформаторов и автотрансформаторов.	решение ситуационных задач	6	6	4
6.	Расчет режимов работы электрической сети	решение ситуационных задач	8	8	4
Всего			34	34	

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	4	2
2.	Автоматический ввод резерва питающего присоединения	3	3	3
3.	Автоматическое регулирование частоты вращения синхронного генератора	3	3	4

4.	Автоматическое регулирование возбуждения синхронного генератора	3	3	4
5.	Автоматическая синхронизация генератора с сетью	4	4	4
Всего		17	17	

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

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
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
Курсовое проектирование (КП, КР)		
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)	5	5
Всего:	40	40

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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. Соленый; С.-Петерб. 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. Соленый; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – Электрон. текстовые дан. - СПб.: ГУАП, 2017. –	50

	86 с.	
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
http://portal-energo.ru/articles/details/id/66	Учет потребления энергии и энергоресурсов.
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

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	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
4	ModelStudioCS от СиСофт Девелопмент (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)

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	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
5	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 таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Учебная аудитория для лекционных, практических и лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации аудитории; лабораторное оборудование по изучению Интеллектуальных систем электроснабжения, переходных процессов в электроэнергетических системах, интеллектуальной релейной защиты и автоматики, электрических сетей и систем. Лабораторное оборудование по изучению показателей качества электрической энергии, монтажа и наладки электрооборудования, цифровой релейной защиты, возобновляемых источников энергии и изучению параметров осветительных приборов. 5 ПЭВМ	31-03 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

	для выполнения лабораторных работ и составления отчетов.	
3	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

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.

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	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. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	– 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. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– 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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

Примечание: ** по решению кафедры процент правильно выполненных тестовых заданий может быть изменен.

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
1. Классификация электрических сетей по конфигурации. 2. Охарактеризуйте понятие электроэнергетической системы. 3. Перечислите основные компоненты электроэнергетической системы и опишите их функционал. 4. Что понимается под установившимся режимом электрической системы? 5. Назначение и типы электрических станций и подстанций. 6. Приведите схему замещения ВЛЭП и методику расчёта её параметров. 7. Перечислите элементы конструкции ВЛЭП и КЛЭП. 8. Что называется зарядной мощностью ЛЭП? 9. Приведите схему замещения двухобмоточного трансформатора и методику расчёта её параметров. 10. Приведите схему замещения двухобмоточного трансформатора с расщепленной обмоткой и методику расчёта её параметров. 11. Приведите схему замещения трёхобмоточного трансформатора и методику расчёта её параметров. 12. Приведите схему замещения автотрансформатора и методику расчёта её параметров. 13. Классификация электрических сетей по режимам работы нейтрали трансформаторов.	ПК-3.Д.6
1. Какие климатические характеристики местности нужно знать при проектировании электрической сети? 2. Режимы работы электроэнергетических систем. 3. Охарактеризуйте понятие пропускной способности ЛЭП. Для чего на	ПК-5.Д.5

ЛЭП высокого напряжения применяют расщепление фазы на несколько проводов? - Какие виды опор применяют для сооружения ВЛЭП? - В чём заключается анализ режимов работы электрической сети и с какой целью его проводят? - Что называется коронированием ЛЭП? От чего зависят потери мощности на корону? - Как зависят активное и реактивное сопротивления ВЛЭП от сечения? - Методы выбора сечений проводов ВЛЭП и их сравнительная характеристика. - Охарактеризуйте понятия приведенной и расчётной нагрузки узла. - Методика расчёта режимов разомкнутых сетей «по данным начала». - Методика расчёта замкнутых сетей. Особенности определения потокораспределения мощностей. - Особенности расчёта режима в однородных электрических сетях. - Методика расчёта режима в сетях с двухсторонним питанием. - Методика расчёта режимов разомкнутых сетей «по данным конца». - Методика выбора номинального напряжения сети. - Методика проверки выбора сечений проводников по нагреву длительно-допустимым током. - Методика проверки выбора сечений проводников по допустимой потере напряжения. - Методика выбора компенсирующих устройств. - Методика выбора числа и мощности силовых трансформаторов. - Методика определения потерь мощности и электрической энергии для силовых трансформаторов. - Методика расчёта потерь электроэнергии в элементах сети. Время максимальных потерь.	
- Достоинства и недостатки замкнутых и разомкнутых схем электрической сети. - Классификация потребителей электрической энергии по категориям надёжности питания. - Какие потери в электрических сетях обуславливает величина активного сопротивления ЛЭП? - Как в маркировке ЛЭП отражено наличие защиты от коррозии? Какие средства для этого используются? - Опишите алгоритм определения расчётных электрических нагрузок. - Виды конфигурации схем электроснабжения. Достоинства и недостатки. - Сопоставьте радиальные и магистральные схемы сети по бесперебойности питания. - Принципы составления вариантов конфигурации электрической сети. Какие варианты называются сопоставимыми? - Капитальные вложения в проектах электрической сети. Как учитывается амортизация оборудования? - Регулирование напряжения с помощью РПН и ПБВ трансформаторов. - Охарактеризуйте понятие уравнивающей мощности. - Условия параллельной работы силовых трансформаторов. - Баланс мощностей в энергосистеме. - Чем обусловлена необходимость обеспечения баланса генерируемой и потребляемой мощностей?	ПК-5.Д.6

15. Влияние АРВ генераторов на статическую устойчивость электроэнергетической системы. 16. Приведите характеристику видов резерва мощности. 17. В каких случаях работает противоаварийная автоматика АВР, АПВ, АЧР?	
---	--

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 выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

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
1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа		
1	Как называется распределительное устройство, предназначенное для приема и распределения электроэнергии на одном напряжении без преобразования? А) приемный пункт - ПП Б) источник питания - ИП В) распределительный пункт - РП Г) трансформаторная подстанция - ТП	ПК-3.Д.6
2	Максимальное значение коэффициента загрузки трансформатора на двухтрансформаторной подстанции в аварийном режиме работы А) 1,5; Б) 0,75; В) 100; Г) 0,5.	ПК-5.Д.5
3	На оси абсцисс графика нагрузки откладывается А) Продолжительность нагрузки в течение определенного периода Б) Активная мощность В) Реактивная мощность Г) Полная мощность	ПК-5.Д.6
2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора		

Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов										
4	Электрическая система – это совокупность ... А) электрической части станций, электрических сетей, потребителей электрической энергии; Б) тепловых сетей, потребителей тепла, потребителей электрической энергии; В) электростанций, электрических сетей, потребителей тепла; Г) генераторов, трансформаторов, двигателей.	ПК-3.Д.6								
5	К потребителям собственных нужд на трансформаторных подстанциях относят: А) осветительные установки Б) вентиляционные установки В) вспомогательные механизмы механических мастерских Г) компенсирующие устройства	ПК-5.Д.6								
6	Выберите верный ответ. К недостаткам радиальных схем электрической сети относят: А) неэкономичность Б) ограниченная гибкость сети В) невысокая надежность электроснабжения Г) все перечисленное	ПК-5.Д.5								
3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце										
7	Установите соответствие определению и функциональному назначению электрооборудования <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	ПК-3.Д.6
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	Установите соответствие диапазона значений номинальных напряжений классификации электрических сетей	ПК-5.Д.5								

	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	Установите соответствие. Требования ПУЭ по электроснабжению групп электроприёмников в зависимости от их категории надежности: 1. 1 категория А) Электроснабжение от двух независимых источников питания с автоматическим вводом резерва 2. 2 категория Б) Электроснабжение от одного источника питания, но с возможностью резервирования от других источников 3. 3 категория В) Электроснабжение от одного источника питания, допускающее перерывы на ремонт не более одних суток 4. Особая группа Г) Электроснабжение от двух независимых источников питания с автоматическим вводом резерва с дополнительным питанием от третьего независимого источника	ПК-5.Д.6
4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо		
10	Укажите последовательность представления данных в типе трансформатора А) Назначение трансформатора; Б) Количество фаз; В) Тип охлаждения; Г) Особенности конструкции; Д) Номинальная мощность; Е) Класс напряжения.	ПК-3.Д.6
11	Укажите последовательность проведения расчета регулирования напряжения на подстанциях 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.	ПК-5.Д.6
5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание		
12	Потери активной и реактивной мощности в трансформаторах разделяются на _____	ПК-5.Д.6

	Правильный ответ: потери в стали (холостого хода) и потери в меди (нагрузочные).	
13	Потери активной мощности в стали трансформаторов обусловлены _____	ПК-3.Д.6
	Правильный ответ: потерями на перемагничивание и вихревые токи.	
14	Электроприемники, создающие неравномерные по фазам нагрузки, вызывают _____	ПК-5.Д.5
	Правильный ответ: несимметрию тока и напряжения.	

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:

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 участию в семинарах.

Учебным планом не предусмотрено.

11.3. 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.

11.4. 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 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

Оформление лабораторной работы выполняется в соответствии с требованиями отдела нормативной документации ГУАП, представленными на сайте ГУАП.

http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml.

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/курсовой работы.

Учебным планом не предусмотрено.

11.6. 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 ему 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.

11.7. 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 отчётов о выполнении практических заданий.

Текущий контроль успеваемости проводится после завершения изучения каждого раздела дисциплины. Методы ТКУ в зависимости от изучаемого материала: проведение проверочных работ в виде решения задач или тестирование в системе LMS. Примерный перечень вопросов для тестирования, представленный в таблице 18, формируется исходя из содержания пройденного раздела. О конкретной дате ТКУ, методе проведения ТКУ, условиях успешного прохождения ТКУ преподаватель сообщает не позднее одной недели до текущего контроля успеваемости.

Результаты текущего контроля могут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.8. 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».

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