

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

Кафедра №32

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Л.Ронжин

(подпись)



«22» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрические системы и сети»

(Название дисциплины)

Код направления	13.05.02
Наименование специальности	Специальные электромеханические системы
Наименование направленности	Электромеханические системы специальных устройств и изделий
Форма обучения	очная

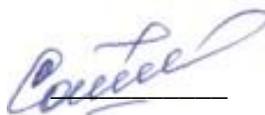
Санкт-Петербург – 2020 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

О.Я. Солёная

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«21» мая 2020 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой № 32

проф., д.т.н., проф.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

А.Л. Ронжин

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 13.05.02(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

С.В. Солёный

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

доц., к.э.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Г.С. Армашова-Тельник

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Электрические системы и сети» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности 13.05.02 «Специальные электромеханические системы» направленность «Электромеханические системы специальных устройств и изделий». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника общекультурных компетенций:

ОК-9 «способность к логическому мышлению, обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения»;

общепрофессиональных компетенций:

ОПК-2 «способность решать профессиональные задачи с применением математического аппарата, в том числе с использованием вычислительной техники»;

профессиональных компетенций:

ПК-8 «способность находить решения проектных задач, анализировать их варианты с учетом критериев оценки качества проектируемых устройств, изделий и механизмов и реализовывать оптимальные решения в процессе проектирования».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физики процессов, протекающих в электроэнергетических системах и сетях при передаче и распределении электроэнергии, законах построения электроэнергетических систем и управления их режимами, обеспечением качества, надёжности и экономичности электроснабжения потребителей.

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

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Основной целью изучения дисциплины является формирование 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. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОК-9 «способность к логическому мышлению, обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения»:

знать – методологические основы расчета электрических сетей, терминологию, основные понятия и определения; законы электротехники;

уметь – проектировать электрические сети, проводить расчеты их режимов работы и формулировать выводы по полученным результатам;

владеть навыками – проектирования электрической сети, выбора и проверки электрооборудования, анализа режимов работы;

иметь опыт деятельности – выбора рационального варианта конфигурации электрической сети на основании расчета технико-экономических показателей.

ОПК-2 «способность решать профессиональные задачи с применением математического аппарата, в том числе с использованием вычислительной техники»:

знать – условия и особенности работы элементов электрической сети;

уметь – проводить проектирование электрической сети с применением математического аппарата, в том числе с использованием вычислительной техники;

владеть навыками – применения методов расчета режимов работы электрической сети;

иметь опыт деятельности – проведения расчетов режимов электрической сети с применением математического аппарата и формирования выводов по полученным результатам.

ПК-8 «способность находить решения проектных задач, анализировать их варианты с учетом критериев оценки качества проектируемых устройств, изделий и механизмов и реализовывать оптимальные решения в процессе проектирования»:

знать – принципы выбора рациональных вариантов развития электрической сети с учетом критериев экономичности, надежности и качества электроснабжения потребителей;

уметь – выполнять расчеты, анализ и регулирование параметров установившихся режимов электроэнергетических систем;

владеть навыками – проведения расчетов и выбора оборудования электроэнергетических систем;

иметь опыт деятельности – расчёта режимных параметров электрических систем.

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Электротехника;
- Электрические машины и аппараты.

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

- Основы теории переходных процессов и устойчивости;
- Электроснабжение объектов отрасли;
- Защита и автоматика электроэнергетических и электротехнических систем.

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	5/ 180	5/ 180
<i>Из них часов практической подготовки</i>	11	11
<i>Аудиторные занятия, всего час.,</i> <i>В том числе</i>	68	68
лекции (Л), (час)	34	34
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
Экзамен, (час)	36	36
<i>Самостоятельная работа, всего</i>	76	76
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
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	6		2	2	15

электроприемников.					
Раздел 2. Конструктивная часть воздушных и кабельных линий электропередачи. Тема 2.1. Основные сведения о конструкциях линий электропередач. Векторные диаграммы ЛЭП. Тема 2.2. Расчет сечений проводов по допустимой потере напряжения.	6		4	2	15
Раздел 3. Проектирование электроэнергетических систем и сетей. Тема 3.1. Параметры схемы замещения трансформаторов. Тема 3.2. Схемы замещения и параметры элементов электрических сетей.	6		3	4	15
Раздел 4. Энергоэффективность электроэнергетических систем. Тема 4.1. Потери мощности и электроэнергии в элементах сети. Тема 4.2. Баланс мощностей в энергосистеме. Методы регулирования напряжения. Устройства регулирования напряжения Тема 4.3. Регулирование частоты и активной мощности в энергосистеме. Выработка реактивной мощности генераторами ЭС.	8		4	4	15
Раздел 5. Расчет режимов электрических сетей. Тема 5.1. Расчет сетей по потере напряжения. Тема 5.2. Расчет режимов замкнутых сетей. Тема 5.3. Экономичность режимов электрических систем.	8		4	5	16
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	34		17	17	76
Итого:	34	0	17	17	76

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 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

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.
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. Расчет сечений проводов по допустимой потере напряжения.
3	Проектирование электроэнергетических систем и сетей. Параметры схемы замещения трансформаторов. Схема замещения двухобмоточного трансформатора. Схемы замещения трехобмоточного трансформатора и автотрансформатора. Схемы замещения и параметры элементов электрических сетей. Схемы замещения и параметры линий. Потери мощности в элементах электрических сетей. Электрические нагрузки: графики, способы задания при расчётах режимов электрических сетей.
4	Энергоэффективность электроэнергетических систем. Потери мощности и электроэнергии в элементах сети. Баланс мощностей в энергосистеме. Методы регулирования напряжения. Устройства регулирования напряжения. Первичное и вторичное регулирование частоты в энергосистеме. Регулирование частоты и активной мощности в энергосистеме. Выработка реактивной мощности генераторами ЭС. Выработка и потребление реактивной мощности различными компенсирующими устройствами.
5	Расчет режимов электрических сетей. Расчет сетей по потере напряжения. Методы расчета потерь электроэнергии. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии. Расчет режимов замкнутых сетей. Понятие однородности сети. Определение точки потоко раздела. Экономичность режимов электрических систем. Критерий выбора оптимального варианта.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					

Всего:			
--------	--	--	--

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Расчет ЛЭП и выбор неизолированных проводов.	2	2	1
2	Исследование потерь мощности и электроэнергии в двухобмоточных трансформаторах.	2	2	1
3	Исследование потерь мощности и электроэнергии в трехобмоточных трансформаторах и автотрансформаторах.	2	2	2
4	Расчет и выбор компенсирующего устройства.	2	2	3
5	Исследование режимов работы системы электроснабжения с двухобмоточными трансформаторами на узловой распределительной подстанции.	3	3	4
6	Исследование режимов работы системы электроснабжения с трехобмоточными трансформаторами на узловой распределительной подстанции.	3	3	4
7	Регулирование напряжения в схемах электроснабжения.	3	3	5
Всего:		17	17	

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Цель курсового проекта:

- систематизировать, закрепить и расширить знания по направлению подготовки с целью дальнейшего применения этих знаний при решении конкретных научных, технических, экономических и производственных задач;
- характеризовать, насколько навыки самостоятельного решения организационно-технических и инженерных вопросов, близких по содержанию и форме к предстоящей инженерно-технической деятельности, освоены будущим специалистом;

- выявить уровень подготовленности студентов к самостоятельной работе;
- выявить умение достаточно полно использовать передовые достижения науки и техники, современные методы технико-экономического анализа и обосновывать принимаемые организационные и технические решения.

Часов практической подготовки: 17.

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 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
Курсовое проектирование (КП, КР)	17	17
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	15	15
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	14	14
Всего:	76	76

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

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

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	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.-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. Соленый; 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

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
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 ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

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

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

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, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	21-21 БМ, 21-18 БМ
2	Компьютерный класс	31-04 БМ
3	Лаборатория электроэнергетики Инженерной школы	418 Моск.

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы; Примерный перечень вопросов для тестов.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
----------------	--

ОК-9 «способность к логическому мышлению, обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения»	
3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
4	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
7	Электрические системы и сети
9	Проектирование и конструирование электромеханических систем специального назначения
10	Проектирование и конструирование электромеханических систем специального назначения
ОПК-2 «способность решать профессиональные задачи с применением математического аппарата, в том числе с использованием вычислительной техники»	
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
3	Теоретическая механика
3	Электротехника
4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
4	Электротехника
5	Электрические машины и аппараты
6	Электрические машины и аппараты
7	Математические методы исследований
7	Электрические системы и сети
8	Специальные электромеханические системы
9	Компьютерные сети в электромеханических системах
ПК-8 «способность находить решения проектных задач, анализировать их варианты с учетом критериев оценки качества проектируемых устройств, изделий и механизмов и реализовывать оптимальные решения в процессе проектирования»	
4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
7	Программирование микроконтроллеров
7	Электрические системы и сети
8	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-	4–балльная	

балльная шкала	шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«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.
$70 \leq K \leq 84$	«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.
$55 \leq K \leq 69$	«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.
$K \leq 54$	«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.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена
1	Классификация электрических сетей.
2	Стандартный ряд номинальных напряжений и наибольшие рабочие значения напряжений.
3	Какие бывают опоры? Их назначение.
4	Классификация линейных изоляторов, их конструктивное исполнение.
5	Виды линейной арматуры, её назначение.
6	Задание нагрузки при расчётах режимов.
7	Представление генераторов при расчётах установившихся режимов.
8	Схемы замещения ВЛЭП и их параметры.
9	Схема замещения двухобмоточного трансформатора и её параметры.
10	Схема замещения трансформатора с расщепленной обмоткой и её параметры.
11	Схема замещения трёхобмоточного трансформатора, её параметры.

12	Схема замещения автотрансформатора, её параметры.
13	Определение потерь мощности в двухобмоточном трансформаторе.
14	Определение потерь мощности в трёхобмоточном трансформаторе и автотрансформаторе.
15	Приведенная и расчётная нагрузка узла.
16	Схемы электрических сетей.
17	Расчёт режимов разомкнутых сетей по данным «начала».
18	Расчёт кольцевых сетей.
19	Особенности расчёта режимов в однородных электрических сетях.
20	Расчёт режимов сетей с двухсторонним питанием.
21	Определение наибольшей потери напряжения.
22	Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанции с двухобмоточными трансформаторами.
23	Определение напряжения на сторонах среднего и низшего напряжений подстанции с трёхобмоточными трансформаторами и автотрансформаторами.
24	Расчёт сетей с различными номинальными напряжениями.
25	Регулирование напряжения с помощью РПН трансформаторов и линейных регуляторов.
26	Выбор ответвлений РПН в двухобмоточных трансформаторах.
27	Выбор ответвлений РПН в трёхобмоточных трансформаторах.
28	Выбор ответвлений РПН в автотрансформаторах.
29	Способы присоединения подстанций к электрической сети.
30	Схемы электрических соединений подстанций.
31	В чем заключается характеристика района проектирования.
32	Какие климатические характеристики нужно знать при проектировании и для чего?
33	Расчет электрических нагрузок с помощью вероятностных характеристик.
34	Выбор номинального напряжения сети.
35	Принципы составления вариантов конфигурации электрической сети.
36	Выбор сечений проводов ВЛ методом экономических токовых интервалов.
37	Выбор сечений проводников по нагреву длительно-допустимым током.
38	Выбор сечений проводников по допустимой потере напряжения.
39	Технический анализ вариантов конфигурации сети.
40	Чистый дисконтированный доход. Среднегодовые эквивалентные затраты.
41	Капитальные вложения.
42	Эксплуатационные издержки.
43	Расчет потерь электроэнергии.
44	Три задачи компенсации реактивной мощности.
45	Балансовый расчет компенсации реактивной мощности.
46	Выбор компенсирующих устройств методом поперечной компенсации.
47	Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.
48	Схемы распределительных устройств подстанций.
49	В чем заключается анализ режимов, и с какой целью его проводят.
50	Встречное регулирование напряжения.

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Учебным планом не предусмотрено

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
1	Разработка электрической сети района.
2	Проект электроснабжения группы потребительских подстанций.
3	Выбор оптимальной конфигурации и параметров распределительной электрической сети.

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1	Схемы замещения ЛЭП. Определение параметров схем замещения. Схемы замещения трансформаторов. Определение параметров схем замещения.
2	Выбор сечений проводов линий электропередачи.
3	Электрический расчет замкнутой электрической сети.
4	Потери мощности и электроэнергии в линиях и трансформаторах.
5	Определение потерь и падения напряжения в элементах электрической сети.
6	Выбор мощности и мест расположения компенсирующих устройств.
7	Выбор рациональных ответвлений РПН трансформаторов и автотрансформаторов.
8	Технико-экономическое сопоставление вариантов.

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	Не предусмотрено

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основной 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.

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, даёт цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся 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:

- Введение в раздел.
- Знакомство с основными понятиями.
- Изучение проблем по теме раздела и известных способов их решения.
- Обсуждение, ответы на вопросы.

Методические указания для обучающихся по прохождению 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 у 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 (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).

Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ работы

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

Курсовой проект/ работа 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 курсовой работы / проекта

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

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

- варианты конфигурации и схемы построения электрической сети;
- подробную однолинейную электрическую схему оптимального варианта сети.

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.

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 программам высшего

образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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