

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)  
 «27» мая 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроэнергетические системы и сети»  
(Название дисциплины)

Код направления	13.03.02
Наименование направления/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Электромеханика
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург 2019 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

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

  
 подпись, дата

О.Я.Соленая  
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 32  
 «22» мая 2019 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32  
 проф., д.т.н., проф.  
 должность, уч. степень, звание

  
 подпись, дата

А.Л. Ронжин  
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 13.03.02(01)  
 доц., к.т.н., доц.  
 должность, уч. степень, звание

  
 подпись, дата

С.В. Соленый  
инициалы, фамилия

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

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

  
 подпись, дата

М.В. Бураков  
инициалы, фамилия

### Аннотация

Дисциплина «Электрические системы и сети» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Электромеханика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность участвовать в проектировании электротехнических систем и их компонентов»

ПК-3 «Способность участвовать в эксплуатации электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов»

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, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося)*.

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

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

Основной целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний о физике процессов, протекающих в электроэнергетических системах и сетях при передаче и распределении электроэнергии, о законах построения электроэнергетических систем и управления их режимами, об обеспечении 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-1 Способность участвовать в проектировании электротехнических систем и их компонентов	ПК-1.Д.1 выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений ПК-1.Д.2 подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений ПК-1.Д.3 демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации ПК-1.Д.4 имеет представление об основных требованиях промышленной безопасности, пожарной и взрывобезопасности, охраны труда ПК-1.Д.5 знает основы формирования технико-экономического обоснования показателей эффективности электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способность участвовать в эксплуатации электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов	ПК-3.Д.2 знает правила и нормативные документы по эксплуатации электротехнического оборудования

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Общая энергетика;
- Электрические машины;
- Экспериментальные методы исследований.

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

- Энергосбережение и энергоэффективность;
- 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
		№10
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	24	24
в том числе:		
лекции (Л), (час)	8	8
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	8	8
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	111	111
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 10					
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.	1	1	1		20
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.	2	2	2		20

Раздел 3. Проектирование электроэнергетических систем и сетей. Тема 3.1. Параметры схемы замещения трансформаторов. Тема 3.2. Схемы замещения и параметры элементов электрических сетей.	2	2	2		25
Раздел 4. Повышение энергоэффективности и надежности 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.	2	2	2		25
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.	1	1	1		21
Итого в семестре:	8	8	8		111
Итого	8	8	8	0	111

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

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	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.
<b>2</b>	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.
<b>3</b>	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.

<b>4</b>	<p>Повышение энергоэффективности и надежности электроэнергетических систем. Потери мощности и электроэнергии в элементах сети.</p> <p>Баланс мощностей в энергосистеме. Методы регулирования напряжения. Устройства регулирования напряжения. Первичное и вторичное регулирование частоты в энергосистеме.</p> <p>Регулирование частоты и активной мощности в энергосистеме. Выработка реактивной мощности генераторами ЭС. Выработка и потребление реактивной мощности различными компенсирующими устройствами.</p>
<b>5</b>	<p>Расчет режимов электрических сетей.</p> <p>Расчет сетей по потере напряжения. Методы расчета потерь электроэнергии. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии.</p> <p>Расчет режимов замкнутых сетей. Понятие однородности сети. Определение точки потокораздела.</p> <p>Экономичность режимов электрических систем. Критерий выбора оптимального варианта.</p>

#### 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)	№ раздела дисциплины
Семестр 10				
1.	Схемы замещения ЛЭП. Определение параметров схем замещения.	Интерактивная	1	1
2.	Схемы замещения трансформаторов.	Интерактивная	1	2
3.	Потери мощности и электроэнергии в линиях и трансформаторах.	Интерактивная	2	3
4.	Расчет режимов работы разомкнутых электрических сетей.	Интерактивная	2	4
5.	Расчет режимов работы замкнутых электрических сетей.	Интерактивная	2	5
Всего			8	

#### 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)	№ раздела дисциплины
Семестр 10			
1	Выбор мощности и мест расположения	2	3

	компенсирующих устройств.		
2	Выбор рациональных ответвлений РПН трансформаторов и автотрансформаторов.	2	3
3	Расчет режимов работы разомкнутых электрических сетей по мощностям и токам нагрузок.	2	4
4	Расчет режимов работы замкнутых электрических сетей по мощностям и токам нагрузок.	2	4
Всего		8	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение 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 10, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	80	80
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	21	21
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	111	111

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-	Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Ф. Шишлаков, О. Я. Соленая, С. В. Соленый; С.-	50

1211-6	Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2017. - 127 с.	
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. : Изд-во ГУАП, 2017. - 86 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: <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505813">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505813</a>	

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

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

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

URL адрес	Наименование
<a href="http://www.gost-r.com/">http://www.gost-r.com/</a>	Справочные материалы и нормативные документы по электрическим системам.
<a href="http://portal-energo.ru/articles/details/id/66">http://portal-energo.ru/articles/details/id/66</a>	Учет потребления энергии и энергоресурсов.

#### 8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	ПО Mathcad Prime 3.0

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
	Не предусмотрено

#### 9. Материально-техническая база

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



Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	21-21
2	Компьютерный класс	21-23

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

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	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	Технических 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.

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
	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
	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
1	Схемы замещения ЛЭП. Определение параметров схем замещения.
2	Выбор сечений проводов линий электропередачи.
3	Схемы замещения трансформаторов. Определение параметров схем замещения.
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	Расчет разомкнутых электрических сетей по мощностям и токам нагрузок.
9	Электрический расчет замкнутой электрической сети.
10	Технико-экономическое сопоставление вариантов.

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	Технико-экономическое обоснование схемы электроснабжения промышленного района.
2	Проект районной электрической сети.
3	Проект электроснабжения группы промышленных предприятий.
4	Анализ статической и динамической устойчивости электрической сети.
5	Выбор оптимальной конфигурации и параметров распределительных электрических сетей.

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

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области процессов, протекающих в электроэнергетических системах и сетях при передаче и распределении электроэнергии, создание поддерживающей образовательной среды преподавания особенностей построения электроэнергетических систем и управления их режимами, предоставление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в области проектирования систем электроснабжения потребителей с учетом обеспечения качества, надежности и экономичности.

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.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

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

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

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

Требования к проведению практических занятий

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 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).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.5. 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 тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по системе зачет/ не зачет. Положительный результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

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

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

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



## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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