

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2023 г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы теории переходных процессов в электрических системах»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки	13.03.02
Наименование направления подготовки	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Цифровая энергетика
Форма обучения	очно-заочная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)


<u>                                </u> ДОЦ., К.Т.Н. (должность, уч. степень, звание)	 <u>                                </u> (подпись, дата)	<u>                                </u> Ю.А. Ганшин (инициалы, фамилия)
---	---	---

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

Заведующий кафедрой № 32

<u>                                </u> ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ. (уч. степень, звание)	 <u>                                </u> (подпись, дата)	<u>                                </u> С.В. Солёный (инициалы, фамилия)
--	--	--

Ответственный за ОП ВО 13.03.02(03)

<u>                                </u> ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ. (должность, уч. степень, звание)	 <u>                                </u> (подпись, дата)	<u>                                </u> О.Я. Солёная (инициалы, фамилия)
---	--	--

Заместитель директора института №3 по методической работе

<u>                                </u> старший преподаватель (должность, уч. степень, звание)	 <u>                                </u> (подпись, дата)	<u>                                </u> Н.В. Решетникова (инициалы, фамилия)
--	---	--

## Аннотация

Дисциплина «Основы теории переходных процессов в электрических системах» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-4 «Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин»

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с освоением студентами математических моделей различных элементов электроэнергетической системы - синхронных генераторов, асинхронных электродвигателей, трансформаторов и др. - отражающих особенности переходных процессов в этих элементах, методов исследования переходных процессов, практических методов расчета токов короткого замыкания, особенностей расчетов токов и напряжений при несимметричных коротких замыканиях и обрывах фаз.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

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

Цель дисциплины состоит в том, чтобы дать будущим специалистам в области электроэнергетики теоретические знания и привить практические навыки анализа различных переходных процессов как в энергетической системе в целом, так и в отдельных ее элементах.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.Д.2 использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы	ПК-5.Д.2 анализирует характер протекания переходных процессов и устойчивость режимов электроэнергетической системы

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Физика;
- Электрические машины;
- Электротехника.

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

- Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов;
- 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
		№8
1	2	3

<b>Общая трудоемкость дисциплины,</b> ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	57	57
<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)
<b>Семестр 6</b>					
Раздел 1. Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Составление схем замещения.	3	4	3		10
Раздел 2. Переходные процессы в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения	4	7	6		17
Раздел 3. Электромагнитные переходные процессы в электрических машинах	3		4		10
Раздел 4. Методы расчета тока трехфазного короткого замыкания в начальный и произвольный моменты времени	4	3	4		10
Раздел 5. Переходные процессы при несимметричных коротких замыканиях и обрывах фаз	3	3			10
Итого в семестре:	17	17	17		57
Итого	17	17	17	0	57

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

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	Общие сведения об электромагнитных переходных процессах.

	Составление схем замещения. Основные понятия. Причины возникновения переходных процессов. Требования к расчетам переходных процессов. Основные допущения, принимаемые при расчетах. Составление схем замещения. Использование системы относительных единиц. Схемы замещения многообмоточных трансформаторов и двоянных реакторов.
2	Переходные процессы в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения. Переходный процесс при трехфазном коротком замыкании (КЗ) в цепи без трансформаторов. Ударный ток КЗ. Методы определения ударного коэффициента. Особенности переходного процесса при КЗ в разветвленной цепи. Переходный процесс при включении в сеть трансформатора с разомкнутой вторичной обмоткой. Переходный процесс при КЗ за трансформатором.
3	Электромагнитные переходные процессы в электрических машинах. Математическая модель синхронной машины, отражающая основные закономерности электромагнитных переходных процессов в машине. Линейные преобразования дифференциальных уравнений переходного процесса. Переходные процессы в синхронной машине без учета влияния демпферных контуров. Характеристическое уравнение и его корни. Постоянные времени затухания свободных составляющих токов. Изменение тока якоря при трехфазном КЗ. Влияние системы возбуждения на переходный процесс.
4	Методы расчета тока трехфазного короткого замыкания в начальный и произвольный моменты времени. Расчет начального значения периодической составляющей тока КЗ от синхронной машины без учета и с учетом влияния демпферных контуров. Влияние асинхронных электродвигателей и комплексных нагрузок в начальный момент КЗ. Расчет периодической составляющей тока при удаленных КЗ. Расчет периодической составляющей тока трехфазного КЗ в произвольный момент времени методом типовых кривых и методом спрямленных характеристик. Особенности расчетов токов короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1000 В.
5	Переходные процессы при несимметричных коротких замыканиях и обрывах фаз. Условия, при которых допустимо применение метода симметричных составляющих для анализа несимметричных режимов в трехфазных цепях, содержащих синхронные машины. Параметры электрических машин, трансформаторов (автотрансформаторов), обобщенных нагрузок, воздушных линий электропередач и кабелей по отношению к токам разных последовательностей. Граничные условия и основные соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений при несимметричных КЗ и обрывах фаз. Векторные диаграммы напряжений и токов при несимметриях разного вида. Учет группы соединения трансформаторов (автотрансформаторов) при определении токов в разных ветвях и напряжений в произвольных точках расчетной схемы. Правило эквивалентности тока прямой последовательности при несимметричных режимах и его использование. Комплексные схемы замещения. Сравнение токов при несимметричных КЗ

	разного вида.
--	---------------

#### 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 6					
1	Начальные условия при расчете переходных процессов.	Интерактивная	4	4	1
2	Установившиеся характеристики переходных процессов.	Интерактивная	4	4	2
3	Анализ основных характеристик переходных процессов. Расчет ударного тока короткого замыкания.	Интерактивная	3	3	2
4	Система относительных единиц. Схемы замещения и их параметры.	Интерактивная	3	3	4
6	Расчет периодической составляющей тока для заданного случая при несимметричных к.з. Расчет токов несимметричных к.з.	Интерактивная	3	3	5
Всего			17	17	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8				
1	Переходные процессы в сети с источником бесконечной мощности. Влияние нагрузки на ток к.з. Пуск установки как короткое замыкание.	3	3	1
2	Переходные процессы в сети с источником бесконечной мощности. Начальные условия при анализе переходных процессов.	3	3	2
3	Установившиеся характеристики переходных процессов. Расчет ударного тока короткого замыкания.	3	3	2
4	Система относительных единиц. Схемы	4	4	3

	замещения и их параметры. Способы преобразования схем замещения. Выбор параметров токоограничивающих реакторов.			
5	Граничные условия и векторные диаграммы при симметричных к.з. Анализ токов симметричных к.з.	4	4	4
Всего		17	17	

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 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Расчетно-графические задания (РГЗ)	20	20
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	12	12
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	57	57

#### 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)
621.3 А 86	Переходные процессы линейной электрической цепи со сосредоточенными параметрами. Нелинейные цепи : учебное пособие / Б. А. Артемьев, Н. В. Решетникова, Д. В. Шишлаков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2019. - 130 с. : рис. - Библиогр.: с. 128 (6 назв.). - ISBN 978-5-8088-1376-2	5
621.314 С32	Электрические машины: Трансформаторы : учебное пособие / Б. Н. Сергеенков, В. М.	5



Киселев, Н. А. Акимова; ред. И. П. Копылов. - М. : Высш. шк., 1989. - 352 с. : рис., табл., схем. - Библиогр.: с. 346 - 348 (30 назв.) - Предм. указ. : с. 348 - 349. - ISBN 5-06-000450-3
--

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://elemo.ru/">http://elemo.ru/</a>	"Elemo" - Новости, статьи, организации, объявления, каталог сайтов.
<a href="http://электротехнический-портал.рф/">http://электротехнический-портал.рф/</a>	Электротехнический портал .рф .Электротехнический портал для студентов ВУЗов и инженеров
<a href="http://www.electro-gid.ru/">http://www.electro-gid.ru/</a>	Портал Electro-Gid.ru - Электроника и электротехника.
<a href="http://www.elecab.ru/">http://www.elecab.ru/</a>	"Элекаб" - Справочный портал по электрике, энергетике и инженерии. Справочник электрика, справочник энергетика, нормативная документация в свободном доступе, каталог предприятий, доска объявлений, тендеры, своя банерная сеть.
<a href="http://netelectro.ru/">http://netelectro.ru/</a>	"NetElectro"- Новости электротехники, каталог фирм (все фирмы отсортированы как по алфавиту, так и по регионам), прайс-листы в каталоге оборудования. Имеется очень хороший и удобный каталог ссылок. Все ссылки в каталоге рассортированы по различным тематическим рубрикам.

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	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	21-18
2	Компьютерный класс	31-04

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; Примерный перечень вопросов для тестов.

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

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

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1	Основные понятия об электромагнитных и электромеханических переходных процессах в электрической системе	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
2	Основные виды коротких замыканий. Относительная вероятность их возникновения в электрических системах	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
3	Какие виды нарушения режима относятся к продольной и поперечной несимметрии	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
4	Основные допущения при расчете электромагнитных переходных процессов	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
5	Преимущества и недостатки системы относительных единиц по сравнению с системой именованных единиц	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
6	Приведение ЭДС и сопротивлений элементов схемы к выбранным базисным условиям	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
7	Составление схемы замещения при расчете в относительных единицах. Точное и приближенное приведение	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
8	Составление схемы замещения при расчете в именованных единицах. Точное и приближенное приведение	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
9	Преобразование схем замещения	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
10	Процесс трехфазного к.з. в неразветвленной цепи. Кривые изменения тока и ее слагающие	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
11	Условия, определяющие максимальное значение апериодической составляющей тока	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
12	Условия возникновения максимума мгновенного значения полного тока. Ударный ток и ударный коэффициент	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
13	Определение эквивалентной постоянной времени апериодической составляющей тока в разветвленной цепи.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
14	Действующие значения полных величин и их отдельных слагающих. Основные упрощения.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
15	Определение установившегося режима к.з. Основные характеристики и параметры синхронной машины.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
16	Схема замещения неявнополюсной синхронной машины в установившемся режиме.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
17	Векторные диаграммы неявнополюсных и явнополюсных	ОПК-4.Д.2

	синхронных машин.	ПК-5.Д.2
18	Приведение цепи ротора к статору.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
19	Как учитывается в расчетах влияние нагрузки на режим к.з.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
20	Расчет при отсутствии автоматического регулирования возбуждения (АРВ). Влияние АРВ.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
21	Баланс магнитных потоков синхронной машины в нормальном установившемся режиме и в момент возникновения к.з.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
22	Переходные ЭДС и сопротивление. Схема замещения СМ без демпферных контуров в начальный момент внезапного нарушения режима. Векторная диаграмма.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
23	Сверхпереходные ЭДС и сопротивление. Схема замещения СМ с демпферными обмотками в начальный момент нарушения режима в осях б и $\wedge$ . Векторная диаграмма.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
24	Сравнение реактивностей синхронной машины.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
25	Характеристика двигателей и нагрузки.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
26	Практический расчет начального сверхпереходного и ударного токов при к.з., несинхронном включении генераторов, пуске двигателей.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
27	Внезапное к.з. СМ без демпферных обмоток.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
28	Влияние и приближенный учет демпферных обмоток.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
29	Влияние АРВ при внезапном к.з.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
30	Основные допущения при практических методах расчета к.з.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
31	Различия между практическими методами.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
32	Метод расчетных и типовых кривых. Порядок расчета по общему изменению.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
33	Порядок расчета по индивидуальному изменению. Приближенный учет системы.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
34	Учет электродвигателей при расчете токов к.з.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
35	Расчет токов к.з. в сетях до 1000 В.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
36	Высшие гармоники при несимметричном режиме синхронной машины.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
37	Метод симметричных составляющих при расчете токов к.з.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
38	Сопротивления элементов схемы для токов обратной и нулевой последовательности.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
39	Схемы отдельных последовательностей, определение результирующих ЭДС и сопротивлений.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
40	Граничные условия, соотношения между симметричными	ОПК-4.Д.2

	составляющими токов и напряжений в месте поперечной несимметрии.	ПК-5.Д.2
41	Векторные диаграммы токов и напряжений для места несимметрии.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
42	Комплексные схемы замещения для различных видов поперечной несимметрии.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
43	Правило эквивалентности прямой последовательности для поперечной несимметрии.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
44	Сравнение видов короткого замыкания.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
45	Применение практических методов к расчету переходного процесса при однократной поперечной несимметрии.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
46	Однократная продольная несимметрия.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
47	Граничные условия, соотношения между симметричными составляющими токов.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
48	Векторные диаграммы токов в месте разрыва чисто индуктивной цепи, комплексные схемы замещения.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
49	Способы и технические средства ограничения токов к.з.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
50	Координация уровней токов к.з.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2

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

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

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

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	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	Схемы замещения ЛЭП. Определение параметров схем замещения.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
2	Выбор сечений проводов линий электропередачи.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
3	Схемы замещения трансформаторов. Определение параметров схем замещения.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
4	Потери мощности и электроэнергии в линиях и трансформаторах.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2

5	Определение потерь и падения напряжения в элементах электрической сети.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
6	Выбор мощности и мест расположения компенсирующих устройств.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
7	Выбор рациональных ответвлений РПН трансформаторов и автотрансформаторов.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
8	Расчет разомкнутых электрических сетей по мощностям и токам нагрузок.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
9	Электрический расчет замкнутой электрической сети.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2
10	Технико-экономическое сопоставление вариантов.	ОПК-4.Д.2 ПК-5.Д.2

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 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 «Электротехника» и самостоятельного творческого мышления.
- появление мотиваций, необходимых для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники в области электротехники 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.

#### 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, приходиться 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.

#### 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.

#### 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 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.

Подробные методические указания по прохождению лабораторных работ приведены в:

1. Теоретические основы электротехники : лабораторный практикум / С. И. Бардинский, В. Д. Косулин ; ред. А. А. Ефимов ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 182 с.

#### 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.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающихся 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.

В течение курса обучающийся должен самостоятельно более глубоко изучить теоретический материал дисциплины с использованием основной и дополнительной литературы. А также самостоятельно подготовиться к прохождению промежуточной аттестации по дисциплине в форме экзамена.

#### 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.

При текущем контроле успеваемости преподаватель контролирует своевременность и правильность представления отчетов по лабораторным работам и домашним расчетным заданиям, а также оценивает знания по представляемому материалу. При оценке текущей успеваемости студентов на «хорошо» и «отлично» они при 100% посещаемости лекций могут получить соответствующую оценку своих знаний, показанных при текущем контроле успеваемости, при проведении промежуточной аттестации.

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

#### 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