

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

Кафедра №31

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.Ф. Шишлаков

(подпись)

«31» августа 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электротехника оборудования АЭС»

(Название дисциплины)

Код направления	16.03.01
Наименование направления/ специальности	Техническая физика
Наименование направленности	Физические методы контроля качества и диагностики
Форма обучения	очная


Санкт-Петербург– 2021 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доцент, к.т.н.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

П.С. Шичёв

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«_30» августа 2021 г, протокол № 1

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф.

должность, уч. степень, звание

«_30» августа 2021 г

подпись, дата



В.Ф. Шишлаков

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 16.03.01(01)

Ст. преподаватель

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

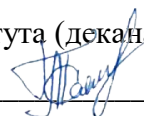
Н.В. Решетникова

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 «Электротехника оборудования АЭС» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 16.03.01 «Техническая физика» направленность «Физические методы контроля качества и диагностики». Дисциплина реализуется кафедрой №31.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

ОПК-2 «способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности»;

профессиональных компетенций:

ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами функционирования, конструктивными особенностями, условиями работы и мероприятиями по испытаниям и диагностике основного электрооборудования атомных электростанций, а также структурами главных электрических соединений и систем питания собственных нужд АЭС.

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

Целью преподавания дисциплины является формирование у обучающихся знаний о принципах действия, математических описаниях режимов функционирования, содержании основных электрических видов испытаний и диагностики ключевого электрооборудования АЭС, приобретение умений определять состав электрооборудования АЭС, характер его подключения и соответствие параметрам электрической сети, устанавливать перечень необходимых мероприятий и оснащения для электропараметрического контроля состояния оборудования, обеспечение готовности выявлять ключевые параметры установленных режимов работы электрооборудования АЭС и теоретически обосновывать их требуемые значения, использовать соответствующую техническую документацию для планирования мероприятий по поддержанию требуемых значений параметров режимов работы и по электропараметрическому контролю технического состояния оборудования.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-2 «способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности»:

знать – теорию электрических цепей применительно к анализу режимов работы электрооборудования АЭС, конструктивные особенности и основные характеристики оборудования, первостепенные элементы структуры главных электрических соединений и собственных нужд АЭС;

уметь – определять состав электрооборудования АЭС, режимы работы, характер подключения и соответствие его технических характеристик требуемым параметрам электрической сети;

владеть навыками – выявлять ключевые параметры установленных режимов работы электрооборудования АЭС и теоретически обосновывать их требуемые значения.

ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»:

знать – подконтрольные электрические параметры, характеризующие техническое состояние ответственного электрооборудования АЭС, содержание основных электрических видов его испытаний и диагностики;

уметь – устанавливать перечень необходимых мероприятий и оснащения для электропараметрического контроля состояния электрооборудования АЭС с учетом требований к его надежности;

владеть навыками – использовать соответствующую техническую документацию для планирования мероприятий по поддержанию требуемых значений параметров режимов работы и по электропараметрическому контролю технического состояния электрооборудования АЭС.

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Электротехника;
- Физические методы получения информации;
- Электрические машины и аппараты.

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

- Производственная преддипломная практика.

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
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	10	10
Аудиторные занятия, всего час., В том числе	30	30
лекции (Л), (час)	10	10
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	20	20
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	54	54
Самостоятельная работа, всего	60	60
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 8					
Раздел 1. Организация систем электроснабжения на АЭС. Основное электрооборудование АЭС	1		4		8
Раздел 2. Турбогенераторы. Приводы главных циркуляционных и питательных насосов, систем управления и защиты реакторов	4		8		18
Раздел 3. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы	3		4		14
Раздел 4. Оборудование распределительных устройств высокого напряжения	2		4		20
Итого в семестре:	10		20		60
Итого:	10	0	20	0	60

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	<p>Организация систем электроснабжения на АЭС. Основное электрооборудование АЭС.</p> <p>Структуры и общие принципы организации главных электрических соединений и систем электроснабжения потребителей собственных нужд АЭС, принципиальные схемы. Состав основного электрооборудования: турбогенераторы, главные циркуляционные насосы, питательные насосы, системы управления и защиты реактора, силовые трансформаторы и автотрансформаторы, коммутационное и защитное оборудование распределительных устройств высокого напряжения. Категории надежности электроснабжения потребителей электроэнергии АЭС. Устойчивость работы реакторов и системы собственных нужд при коротких замыканиях. Аварийное расхолаживание реакторов.</p>
2	<p>Турбогенераторы. Приводы главных циркуляционных и питательных насосов, систем управления и защиты реакторов.</p> <p>Общее описание турбогенератора. Принцип действия, конструкция, характеристики, режимы работы, регулирование мощности</p>

	<p>синхронных генераторов. Понятия о тепловом и механическом выбегах турбогенераторов, использование. Автоматическое гашение поля генератора. Назначение и компоновка главных циркуляционных и питательных насосов, конструкции, характеристики, режимы работы их приводов: асинхронных двигателей, двигателей постоянного тока с различным возбуждением, шаговых и вентильных двигателей. Электроприводы в системах управления и защиты реактора, конструкции и принцип действия. Перечень, состав и периодичность испытаний и диагностики эксплуатируемых генераторов и приводов ГЦН, питательных насосов, СУЗ электропараметрическими методами контроля.</p>
3	<p>Силовые трансформаторы и автотрансформаторы</p> <p>Назначение, основные элементы конструкции и параметры силовых трансформаторов. Режимы работы и характеристики. Условия параллельной работы и выбора трансформаторов, допустимые перегрузки. Конструкция и отличительные особенности автотрансформаторов, схемы включения, эффективность. Перечень, состав и периодичность испытаний и диагностики силовых трансформаторов электропараметрическими методами контроля.</p>
4	<p>Оборудование распределительных устройств высокого напряжения</p> <p>Применение, конструкции, принципы действия, основные параметры и характеристики высоковольтных выключателей (масляных, элегазовых, воздушных, вакуумных), разъединителей, отделителей, короткозамыкателей, разрядников, ограничителей перенапряжений, измерительных трансформаторов тока и напряжения. Основы теории гашения дуги в выключателях. Понятия о принужденной и свободной составляющих тока в цепи с индуктивностью при коммутации, ударном токе короткого замыкания. Электродинамическая и термическая стойкости аппаратов. Главные критерии выбора аппаратов. Перечень, состав и периодичность испытаний и диагностики рассматриваемого оборудования распределительных устройств электропараметрическими методами контроля.</p>

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 дисципли ны
Семестр 8				
1	Трехфазные цепи по схемам соединения «звездой» и «треугольником»	4		1
2	Исследование характеристик асинхронных и синхронных электродвигателей	4	2	2
3	Исследование характеристик электродвигателей постоянного тока	2	2	2
4	Определение электропараметрических показателей технического состояния асинхронного двигателя	2	2	2
5	Исследование характеристик трансформаторов в режимах холостого хода и короткого замыкания	4	2	3
6	Оценка нелинейных свойств варисторов	2		4
7	Переходный процесс в цепи с индуктивностью	2	2	4
Всего:		20	10	

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

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 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	26	26
Выполнение реферата (Р)	12	12
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	12	12
Всего:	60	60

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)
https://znanium.com/catalog/product/1054005	Марченко, А. Л. Электротехника и электроника : учебник : в 2 т. Т. 1: Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 574 с.	
https://znanium.com/catalog/product/1870573	Электрическая часть тепловых электрических станций : учебник / М. А. Купарев, И. И. Литвинов, В. Е. Глазырин [и др.]. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 275 с.	
https://znanium.com/catalog/product/982407	Хренников, А. Ю. Высоковольтное электротехническое оборудование в электроэнергетических системах: диагностика, дефекты, повреждаемость, мониторинг : учеб. пособие /	

	А.Ю. Хренников. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 186 с.	
--	--	--

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)
https://znanium.com/catalog/product/492153	Встовский, А. Л. Электрические машины : учеб. пособие / А. Л. Встовский. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 464 с.	
https://znanium.com/catalog/product/1089866	Щербаков, Е. Ф. Электрические аппараты : учебное пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 303 с.	
https://znanium.com/catalog/product/1009013	Ерошенко, Г. П. Эксплуатация электрооборудования : учебник / Г. П. Ерошенко, Н. П. Кондратьева. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 336 с.	

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
	Не предусмотрено

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	
2	Специализированная лаборатория «Электротехника», «Электрические машины»	

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; Тесты.

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
ОПК-2 «способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности»	
1	Дискретная математика
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
1	Математика. Математический анализ
2	Математика. Математический анализ
2	Химия
3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
3	Прикладная механика

3	Теоретическая механика
3	Электротехника
4	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
4	Прикладная механика
4	Электроника
4	Электротехника
5	Теория автоматического управления
5	Электроника
6	Теория автоматического управления
7	Идентификация и диагностика систем управления
7	Теория автоматического управления
7	Технические риски при создании новой техники
8	Электротехника оборудования АЭС
ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»	
3	Материаловедение
3	Теоретическая механика
4	Метрология, стандартизация и сертификация
5	Исполнительные устройства систем управления
5	Теория физических полей
5	Электрические машины и аппараты
6	Программируемые логические интегральные схемы
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
6	Схемотехника средств контроля
6	Физические методы получения информации
6	Электрические машины и аппараты
7	Математические методы исследований
7	Математические основы теории автоматического регулирования
7	Основы создания цифровых двойников
7	Разработка и проектирование новых изделий
7	Технические риски при создании новой техники
8	Накопители электромагнитной энергии
8	Неразрушающий контроль
8	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
8	Электромехатронные системы и комплексы
8	Электротехника оборудования АЭС

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-балльная шкала	4-балльная 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 (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1.	Основное электрооборудование и типовая структура схемы главных электрических соединений АЭС
2.	Основное электрооборудование и типовая структура системы электроснабжения собственных нужд АЭС
3.	Категории надежности электроснабжения основных потребителей собственных нужд
4.	Компоновка типовой структуры системы надежного питания собственных нужд АЭС
5.	Подключение электродвигателей главных циркуляционных насосов к системе электроснабжения станции

6.	Обеспечение устойчивости работы реакторов при коротких замыканиях в системе электроснабжения станции
7.	Поддержание устойчивости системы электроснабжения собственных нужд
8.	Аварийное расхолаживание реактора. Работа электрооборудования при переходе на режим естественной циркуляции
9.	Применение выбега турбогенератора. Тепловой и механический выбеги
10.	Гашение поля синхронного генератора
11.	Состав коммутационного, защитного и измерительного оборудования распределительных устройств высокого напряжения электростанций
12.	Основные элементы конструкции, принцип работы и технические параметры турбогенераторов
13.	Турбогенераторы в схемах главных электрических соединений АЭС
14.	Характеристики режимов работы и регулирование реактивной и активной мощностей синхронных генераторов
15.	Назначение и основные элементы конструкции главных циркуляционных и питательных насосов
16.	Технические параметры, характеристики режимов работы асинхронных двигателей
17.	Технические параметры, характеристики режимов работы двигателей постоянного тока
18.	Основные элементы конструкции, принцип работы и отличительные особенности применения шаговых и вентильных двигателей в составе энергоустановок АЭС
19.	Способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей
20.	Способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока
21.	Конструкция и принцип действия электроприводов поглощающих стрелы в системах управления и защиты реакторов
22.	Перечень и порядок испытаний синхронных генераторов напряжениям свыше 1 кВ по электрическим параметрам
23.	Методы технической диагностики работающих синхронных генераторов по электрическим параметрам
24.	Аппаратура для испытаний и диагностики синхронных генераторов электропараметрическими методами
25.	Перечень и порядок испытаний электродвигателей главных циркуляционных и питательных насосов по электрическим параметрам
26.	Методы технической диагностики работающих электродвигателей главных циркуляционных и питательных насосов по электрическим параметрам
27.	Аппаратура для испытаний и диагностики электродвигателей главных циркуляционных и питательных насосов электропараметрическими методами
28.	Назначение и основные элементы конструкции силовых трансформаторов
29.	Параметры трансформаторов. Габариты трансформаторов
30.	Режим холостого хода трансформатора, описание
31.	Режим короткого замыкания трансформатора, описание
32.	Номинальный продолжительный режим работы трансформатора
33.	Устройства регулирования напряжения: РПН, ПБВ. Назначение, принцип действия
34.	Группы соединения обмоток трансформаторов
35.	Условия параллельной работы трансформаторов
36.	Параметры выбора силовых трансформаторов
37.	Условия допустимых перегрузок трансформаторов
38.	Конструктивные особенности автотрансформаторов. Преимущества и недостатки
39.	Схемы соединения обмоток автотрансформаторов. Условия эффективности применения автотрансформаторов

40.	Повышающие трансформаторы питания потребителей и трансформаторы собственных нужд в схемах главных электрических соединений АЭС
41.	Перечень и порядок испытаний силовых трансформаторов по электрическим параметрам и анализу масла
42.	Методы технической диагностики работающих силовых трансформаторов по электрическим параметрам
43.	Аппаратура для испытаний и диагностики силовых трансформаторов электропараметрическими методами
44.	Конструкция высоковольтного многообъемного масляного выключателя. Принцип действия дугогасительной камеры
45.	Конструкция высоковольтного маломасляного выключателя. Принцип действия дугогасительной камеры
46.	Конструкция высоковольтного элегазового колонкового выключателя. Принцип действия дугогасительной камеры
47.	Конструкция высоковольтного элегазового бакового выключателя. Принцип действия дугогасительной камеры
48.	Дугогасительные камеры автокомпрессионного, авогенерирующего дутья, двойного давления. Основные элементы конструкции и принципы действия
49.	Конструкция высоковольтного воздушного выключателя. Принцип действия дугогасительной камеры
50.	Конструкция высоковольтного вакуумного выключателя. Принцип действия дугогасительной камеры
51.	Эффект среза тока в вакуумных выключателях
52.	Понятия о напряжениях гашения, зажигания, бестоковой паузе, электрической прочности, восстанавливаемом напряжении в теории гашения дуги переменного тока
53.	Определение ударного тока короткого замыкания цепи. Его связь с принужденной, свободной составляющей тока, постоянной времени цепи
54.	Условия электродинамической и термической стойкости электроаппаратов
55.	Критерии выбора высоковольтных выключателей по параметрам электрической сети
56.	Главные элементы конструкции разъединителей, отделителей, короткозамыкателей, их назначение
57.	Горизонтально-поворотные, вертикально-поворотные, полупантографные, пантографные разъединители, принципиальные отличия
58.	Критерии выбора разъединителей, отделителей, короткозамыкателей по параметрам электрической сети
59.	Разрядники и ограничители перенапряжений, применение, основные параметры, отличительные особенности
60.	Трубчатые и вентильные разрядники, отличия
61.	Конструкция ограничителей перенапряжения
62.	Критерии выбора разрядников и ограничителей перенапряжения по параметрам электрической сети
63.	Назначение и основные параметры трансформаторов тока
64.	Режим работы трансформаторов тока, подключение к силовой цепи и цепям вторичной коммутации
65.	Назначение и основные параметры трансформаторов напряжения
66.	Режим работы трансформаторов тока, подключение к силовой цепи и цепям вторичной коммутации
67.	Критерии выбора трансформаторов тока и напряжения по параметрам электрической сети
68.	Перечень и порядок испытаний оборудования распределительных устройств по

	электрическим параметрам
69.	Методы технической диагностики работающего оборудования распределительных устройств по электрическим параметрам
70.	Аппаратура для испытаний и диагностики оборудования распределительных устройств электропараметрическими методами

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

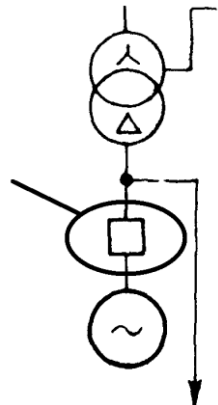
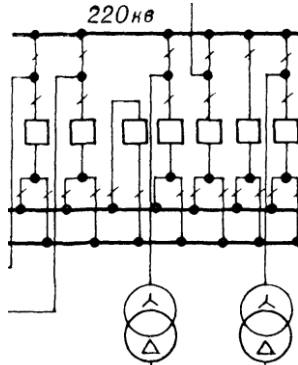
3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

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

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

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	<p>На участке схемы выделен:</p> <ul style="list-style-type: none"> а. генератор б. силовой трансформатор в. выключатель г. разъединитель 
2	<p>Какой элемент электрической части АЭС изображен на рисунке:</p> <ul style="list-style-type: none"> а. система электроснабжения собственных нужд б. система надежного питания собственных нужд в. выключатели управления и защиты генераторов г. распределительное устройство питания потребителей 

3	<p>К какой категории надежности электроснабжения по ПУЭ относятся ответственные потребители собственных нужд АЭС:</p> <p>а. первой</p> <p>б. второй</p> <p>в. третьей</p>
4	<p>Механический и тепловой выбеги турбогенераторов используются для:</p> <p>а. регулирования мощности электростанции</p> <p>б. синхронизации параметров станции с внешней энергосистемой</p> <p>в. аварийных переключений в главных электрических соединениях</p> <p>г. поддержания напряжения в сетях собственных нужд при аварийном расхолаживании реактора</p>
5	<p>Процесс, реализуемый переключением обмотки возбуждения на активное сопротивление в процессе выбега синхронного генератора:</p> <p>а. гашение поля</p> <p>б. аварийный ввод резерва</p> <p>в. динамическое торможение</p> <p>г. рекуперация</p>
6	<p>Агрегаты, обеспечивающие нагнетание воды в системе реактора и парогенератора в двухконтурной АЭС:</p> <p>а. питательные насосы</p> <p>б. главные циркуляционные насосы</p> <p>в. насосы первого подъема</p> <p>г. насосы системы сбора утечек</p>
7	<p>Основным типом приводных двигателей для главных циркуляционных и питательных насосов АЭС является:</p> <p>а. двигатель постоянного тока</p> <p>б. синхронный</p> <p>в. асинхронный</p> <p>г. вентильный</p>
8	<p>Определить параметры, характерные для турбогенераторов электростанций</p>

	<p>а. напряжение обмотки 660 В, скорость вращения 1500 об/мин</p> <p>б. напряжение обмотки 3,3 кВ, скорость вращения 1000 об/мин</p> <p>в. напряжение обмотки 10,5 кВ, скорость вращения 750 об/мин</p> <p>г. напряжение обмотки 6,3 кВ, скорость вращения 3000 об/мин</p>
9	<p>Явнополюсные роторы синхронных генераторов могут применяться в машинах со скоростями вращения:</p> <p>а. до 1000 об/мин</p> <p>б. до 3000 об/мин</p> <p>в. до 6000 об/мин</p> <p>г. до 12000 об/мин</p>
10	<p>Зависимость напряжения статора от тока возбуждения синхронного генератора называется:</p> <p>а. нагрузочной характеристикой</p> <p>б. регулировочной характеристикой</p> <p>в. внешней характеристикой</p>
11	<p>Значение скольжения s для асинхронного двигателя находится в пределах:</p> <p>а. от $-\infty$ до 0</p> <p>б. от 0 до 1</p> <p>в. от 1 до $+\infty$</p>
12	<p>Для проверки сопротивления изоляции электродвигателя 660 В устанавливается следующее напряжение мегаомметра:</p> <p>а. 250 В</p> <p>б. 500 В</p> <p>в. 1000 В</p> <p>г. 2500 В</p>
13	<p>Силовые трансформаторы напряжением до 110 кВ и мощностью свыше 32 МВА относятся к габариту:</p> <p>а. III</p> <p>б. V</p> <p>в. VI</p>

	г. VIII
14	<p>При схеме соединения обмоток Δ/λ трансформатор может иметь группу соединения:</p> <p>а. 11</p> <p>б. 0</p> <p>в. 8</p> <p>г. 10</p>
15	<p>Нарастание напряжения вторичной обмотки трансформатора с повышением нагрузки по внешней характеристике свойственно для случая:</p> <p>а. чисто активной нагрузки</p> <p>б. нагрузки с индуктивной составляющей</p> <p>в. нагрузки с емкостной составляющей</p>
16	<p>При включении на параллельную работу трансформаторов допускаются различия в параметрах напряжения короткого замыкания $u_k\%$ и коэффициента трансформации k_T в следующих пределах:</p> <p>а. u_k не более 5 %, k_T не более 5 %</p> <p>б. u_k не более 10 %, k_T не более 1 %</p> <p>в. u_k не более 10 %, k_T не более 5 %</p> <p>г. u_k не более 5 %, k_T не более 10 %</p>
17	<p>Эффективное применение автотрансформаторов обеспечивается при коэффициенте трансформации в пределах:</p> <p>а. k_T до 8</p> <p>б. k_T до 6</p> <p>в. k_T до 4</p> <p>г. k_T до 2</p>
18	<p>Аппараты высокого напряжения, предназначенные для управления коммутацией цепи под нагрузкой при номинальных и сверхтоках:</p> <p>а. разъединители</p> <p>б. выключатели</p> <p>в. разрядники</p>

	г. трансформаторы тока
19	Критерий выбора выключателя, при котором учитывается ударный ток короткого замыкания: а. термическая стойкость б. электродинамическая стойкость в. отключающая способность
20	Рекомендуемый спектральный диапазон приборов для инфракрасной диагностики электрооборудования наружной установки: а. 2-5 мкм б. 6-8 мкм в. 8-14 мкм г. 14-20 мкм

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

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области основ функционирования, определения режимов работы, особенностей подключения к сетям, организации мероприятий и технического оснащения испытаний и диагностики главного электротехнического оборудования, эксплуатируемого на АЭС.

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 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:

- общие принципы построения электрических соединений АЭС и основное электрооборудование;
- турбогенераторы, приводы главных циркуляционных и питательных насосов, СУЗ реакторов;
- силовые трансформаторы и автотрансформаторы;
- коммутационное, защитное и измерительное оборудование распределительных устройств.

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

Задания и порядок выполнения работ по разделам 1,4 содержатся в «Лабораторный практикум по электротехническим курсам дисциплин: учеб. пособие/С.И. Бардинский,

В.А.Голубков, А.А. Ефимов, В.Д. Косулин, С.Ю. Мельников. Под редакцией д.т.н. проф. А.А. Ефимова. - СПб.: ГУАП, 2017. - 161 с.: ил.».

К работам по разделам 2,3 дисциплины задание выдается обучающимся в электронном формате с размещением в личном кабинете в процессе изучения дисциплины.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен включать в себя цель работы, перечень использованной аппаратуры и порядок выполнения эксперимента с таблицами данных, расчетами, схемами цепей, графическими зависимостями.

Некоторые требования изложены в «Лабораторный практикум по электротехническим курсам дисциплин: учеб. пособие/С.И. Бардинский, В.А.Голубков, А.А. Ефимов, В.Д. Косулин, С.Ю. Мельников. Под редакцией д.т.н. проф. А.А. Ефимова. - СПб.: ГУАП, 2017. - 161 с.: ил.».

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/standart/doc>.

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).

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».

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