

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующий баз. каф.  
«Атомные станции с водо-водяными  
энергетическими реакторами» (АСВВЭР)



Иванченко А. И.  
16.12.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.05 Электрическое оборудование АЭС**

**1. Код и наименование специальности:**

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

**2. Специализация:**

Проектирование и эксплуатация атомных станций

**3. Квалификация выпускника:** инженер - физик

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

Баз. каф. «Атомные станции с водо-водяными энергетическими реакторами» (АСВВЭР)

**6. Составители программы:**

и.о. зав. базовой каф. «Атомные станции с водо-водяными энергетическими реакторами» (АСВВЭР), к.т.н., доц. Иванченко А.И.,

преподаватель базовой каф. «Атомные станции с водо-водяными энергетическими реакторами» (АСВВЭР), Калмыков А.Н.

профессор кафедры ядерной физики, д.ф.м.н., доцент Любашевский Д.Е.

**7. Рекомендована:**

Научно - методическим советом физического факультета, протокол №2 от 29.02.2024 г.

**8. Учебный год:** 2025/2026

**Семестр(ы):** 3

**9. Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- изучению теоретических основ электротехники и промышленной электроники оборудования АЭС.

*Задачи учебной дисциплины:*

- рассмотреть и изучить основное электротехническое оборудование АЭС.
- изучить и приобрести практические навыки в области технического обслуживания устройств релейной защиты и автоматики электротехнического оборудования.
- изучить и приобрести практические навыки в области эксплуатации и наладки комплектных распределительных устройств (КРУ) 10 кВ, их конструкцией, электрической защиты, режимов эксплуатации.
- изучить и приобрести практические навыки в области эксплуатации и наладки комплектных распределительных устройств (КРУ) 0,4 кВ, их конструкцией, электрической защиты, режимов эксплуатации.
- изучить и приобрести практические навыки в области эксплуатации и наладки оборудования агрегата бесперебойного питания.
- изучить и приобрести практические навыки в области эксплуатации и наладки оборудования щита постоянного тока.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Учебная дисциплина «Электрическое оборудование АЭС» относится к вариативной части блока Б1.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
-----	----------------------	--------	--------------	---------------------------------

ПК-1	Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом	ПК-1.1	Знает основные модели процессов в области физики атомного ядра, конденсированного состояния вещества и взаимодействия излучений с веществом	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- По окончании изучения темы обучаемый будет способен сформулировать основные законы ТОЭ и описать физические явления и процессы, происходящие в электромагнитном поле.</li> <li>- По окончании изучения темы обучаемый будет способен объяснить принцип работы электрической схемы КРУ 0,4 кВ, а также состав, назначение и режимы эксплуатации основного электротехнического оборудования.</li> <li>- По окончании изучения темы обучаемый будет способен объяснить назначение, конструкцию, принцип работы синхронного генератора и системы охлаждения.</li> <li>- По окончании изучения темы обучаемый будет способен объяснить назначение, состав и принцип работы системы возбуждения генератора.</li> <li>- По окончании изучения темы обучаемый будет способен объяснить назначение, состав оборудования и принцип работы СНЭ НЭ потребителей второй группы в нормальном режиме работы и при обесточивании энергоблока.</li> <li>- Знать принцип работы электродвигателей.</li> <li>- Знать принцип работы электротехнической части дизель-генератора.</li> <li>- Знать принцип работы оборудования агрегата бесперебойного питания.</li> <li>- Знать принцип работы системы надёжного электроснабжения нормальной эксплуатации потребителей второй группы.</li> <li>- Знать принцип работы системы электроснабжения общестанционных потребителей.</li> <li>- Знать принцип работы системы автоматического пожаротушения электротехнического оборудования.</li> <li>- Знать принцип работы системы контроля и управления электрической части ЭЦ.</li> <li>- Знать режимы нарушений в работе электротехнического оборудования.</li> <li>- Знать принцип работы противоаварийной автоматики.</li> </ul> <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Уметь, в соответствии с руководством по эксплуатации, производить техническое обслуживание и ремонт устройств релейной защиты и автоматики электротехнического оборудования.</li> <li>- Уметь, в соответствии с руководством по эксплуатации, производить техническое обслуживание и наладка оборудования КРУ 10кВ</li> <li>- Уметь, в соответствии с руководством по эксплуатации, производить техническое обслуживание и наладка оборудования КРУ 0,4кВ</li> <li>- Уметь, в соответствии с руководством по эксплуатации, производить техническое обслуживание и ремонт оборудования АБП</li> <li>- Уметь, в соответствии с руководством по эксплуатации, производить техническое обслуживание и наладка оборудования ЩПТ</li> <li>- Уметь грамотно оформлять необходимую учетную и отчетную документацию</li> </ul>
------	---	--------	---	---

		ПК-1.2	Составляет математические модели ядерно-физических процессов	
--	--	--------	--	--

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.**

**Форма промежуточной аттестации - экзамен (3 семестр).**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			3 семестр	
Аудиторные занятия		26		
в том числе:	лекции	26	26	
	практические			
	лабораторные			
Самостоятельная работа		46	46	
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации		36	Экзамен (36)	
Итого:		108	108	

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Теоретические основы электротехники и промышленной электроники	Теоретические основы электротехники Теоретические основы промышленной электроники Электротехнические материалы.	
1.2	Специальные вопросы электротехники	Режимы работы нейтралей Измерительные трансформаторы Виды перенапряжений и способы их ограничения Заземляющие устройства в установках высокого напряжения Виды повреждений в электроустановках Основы релейной защиты	
1.3	Электрические схемы АЭС	Главная электрическая схема энергоблока Электрические защиты КРУЭ	

		Электрические защиты ЛЭП Электрическая схема собственных нужд нормальной эксплуатации энергоблока	
1.4	Синхронный турбогенератор ТЗВ-1200-2АУЗ	Конструкция турбогенератора ТЗВ-1200-2АУЗ, системы охлаждения турбогенератора Бесщеточная диодная система возбуждения турбогенератора ТЗВ-1200-2АУЗ Генераторный выключатель Электрические защиты турбогенератора ТЗВ-1200-2АУЗ Подготовка турбогенератора ТЗВ-1200-2АУЗ к пуску, синхронизация, включение в сеть	
1.5	Трансформаторы и шунтирующий реактор	Блочный трансформатор типа ОРДЦ, конструкция, электрические защиты, режимы эксплуатации Рабочие трансформаторы собственных нужд, электрические защиты, режимы эксплуатации Резервные трансформаторы собственных нужд, электрические защиты, режимы эксплуатации Автотрансформатор и шунтирующий реактор	
1.6	Распределительные устройства	Комплектные распределительные устройства (КРУ) 10 кВ, конструкция, электрические защиты, режимы эксплуатации Комплектные распределительные устройства (КРУ) 0,4 кВ, конструкция, электрические защиты, режимы эксплуатации	
1.7	Электродвигатели	Электродвигатели постоянного и переменного тока	
1.8	Дизельный генератор	Тепломеханические системы дизель-генератора Электротехническая часть дизель-генератора	
1.9	Оборудование АБП	Оборудование агрегата бесперебойного питания	
1.10	Система надёжного электроснабжения нормальной эксплуатации (СНЭ НЭ)	Система надёжного электроснабжения нормальной эксплуатации потребителей второй группы Система надёжного электроснабжения нормальной эксплуатации потребителей первой группы	
1.11	Система аварийного электроснабжения энергоблока (САЭ)	Система аварийного электроснабжения потребителей второй группы Система аварийного электроснабжения потребителей первой группы	
1.12	Система электроснабжения общестанционных потребителей	Система электроснабжения общестанционных потребителей Рабочее, ремонтное и аварийное освещение энергоблока Сварочная сеть Кабельное хозяйство энергоблока	
1.13	Системы автоматического пожаротушения электротехнического оборудования	Системы автоматического пожаротушения электротехнического оборудования	
1.14	Системы контроля и управления электрической части ЭЦ	Системы контроля и управления электрической части ЭЦ	
1.15	Режимы нарушений в работе электротехнического оборудования	Нарушения в распределительных устройствах высокого напряжения Нарушения в системах собственных нужд энергоблока	
1.16	Противоаварийная автоматика	Общие сведения о функционировании энергосистем Системы, обеспечивающие устойчивую работу энергоблока Системы противоаварийной автоматики	
2. Практические занятия			
2.1	Специальные вопросы	Техническое обслуживание и ремонт устройств релейной	

	электротехники	защиты и автоматики электротехнического оборудования Оформление и выдача наряда - допуска, распоряжения на выполнение работ в действующей электроустановке. Организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках. Подготовка испытательной установки к проведению прогрузки токовых цепей. Охрана труда при проведении работ по прогрузке токовых цепей. Формирование токовых цепей в КРУ-10 кВ. Сборка вторичных токовых цепей (пояснение на примере ТОС КРУ-10 кВ. Применению СИЗ и электрозащитных средств.	
2.2	Распределительные устройства	Техническое обслуживание и наладка оборудования КРУ 10кВ Техническое обслуживание и наладка оборудования КРУ 0,4кВ Оформление и выдача наряда - допуска, распоряжения на выполнение работ в действующей электроустановке. Организационные мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках. Проведение проверки СИЗ и электрозащитных средств для определения их пригодности. Анализ состояния схемы ТОС «КРУЗА П - 0,4 кВ» или ТОС «КРУЗА П - 10 кВ», на предмет возможности выполнения поставленной задачи. Проверка устройств РЗА ТОС «КРУЗА П -0,4 кВ» или ТОС «КРУЗА П - 10 кВ». Опробование РЗА ТОС «КРУЗА П -0,4 кВ» или ТОС «КРУЗА П - 10 кВ»	
2.3	Оборудование агрегата бесперебойного питания	Техническое обслуживание и ремонт оборудования АБП Техническое обслуживание и наладка оборудования АБП Оформление и выдача наряда - допуска, распоряжения на выполнение работ в действующей электроустановке. Организационные мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках. Проведение проверки СИЗ и электрозащитных средств для определения их пригодности. Анализ состояния схемы ТОС «АБП».	
2.4	Система надёжного электроснабжения нормальной эксплуатации (СНЭ НЭ)	Техническое обслуживание и наладка оборудования ЩПТ Техническое обслуживание и ремонт оборудования ЩПТ Оформление и выдача наряда - допуска, распоряжения на выполнение работ в действующей электроустановке. Организационные мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках. Проверка СИЗ и электрозащитных средств для определения их пригодности. Анализ состояния схемы ТОС «ЩПТ», на предмет возможности выполнения поставленной задачи. Осмотр устройств РЗА, вторичных цепей электроустановки. Проверка устройств РЗА ТОС «ЩПТ». Проведение ТОиР устройств РЗА на ТОС «ЩПТ».	
3	Контроль знаний (Экзамен)	Варианты проверки знаний по сценарию	
3.1	Прогрузка АВ КРУЗА П - 0,4 кВ	Оформление и выдача наряда - допуска, распоряжения на выполнение работ в действующей электроустановке. Организационные мероприятий по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках. Способы и порядок проведения проверки средств индивидуальной защиты (СИЗ) и электрозащитных средств для определения их пригодности. Анализ состояния схемы ТОС «КРУЗА П - 0,4 кВ», на предмет возможности выполнения поставленной задачи. Прогрузка АВ КРУЗА П - 0,4 кВ.	
3.2	Техническое обслуживание и ремонт КРУЗА П - 0,4 кВ	Оформление и выдача наряда - допуска, распоряжения на выполнение работ в действующей электроустановке. Организационные мероприятий по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках. Способы и порядок проведения проверки средств индивидуальной защиты (СИЗ) и электрозащитных	

		средств для определения их пригодности. Анализ состояния схемы ТОС «КРУЗА П - 0,4 кВ», на предмет возможности выполнения поставленной задачи. Проверка состояния оборудования ТОС «КРУЗА П -0,4 кВ». Проведение ТОиР на ТОС «КРУЗА П -0,4 кВ».	
3.3	Выявление неисправностей в цепях сигнализации и управления в ячейке ввода и способы их устранения	Оформление и выдача наряда - допуска, распоряжения на выполнение работ в действующей электроустановке. Организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках. Осмотр вторичных цепей электроустановки. Охрана труда при эксплуатации цепей управления и сигнализации. Использование измерительных приборов (мультиметр, мегаомметр). Принцип работы цепей управления и сигнализации в КРУЗА П - 0,4 кВ.	
3.4	Выявление неисправностей в цепях сигнализации и управления в ячейке присоединения и способы их устранения	Оформление и выдача наряда - допуска, распоряжения на выполнение работ в действующей электроустановке. Организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках. Осмотр вторичных цепей электроустановки. Охрана труда при эксплуатации цепей управления и сигнализации. Использование измерительных приборов (мультиметр, мегаомметр). Принцип работы цепей управления и сигнализации в КРУЗА П - 0,4 кВ. Применению СИЗ и электрозащитных средств для определения их пригодности.	
3.5	Проверка и опробование устройств РЗиА КРУЗА П - 0,4 кВ	Оформление и выдача наряда - допуска, распоряжения на выполнение работ в действующей электроустановке. Организационные мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках. Проведение проверки СИЗ и электрозащитных средств для определения их пригодности. Анализ состояния схемы ТОС «КРУЗА П - 0,4 кВ», на предмет возможности выполнения поставленной задачи. Проверка устройств РЗиА ТОС «КРУЗА П -0,4 кВ». Опробование РЗиА ТОС «КРУЗА П -0,4 кВ»	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Теоретические основы электротехники и промышленной электроники	1			2	3
1.2	Специальные вопросы электротехники	1			2	3
1.3	Электрические схемы АЭС	2			3	5
1.4	Синхронный турбогенератор ТЗВ-1200-2АУЗ	2			3	5
1.5	Трансформаторы и шунтирующий реактор	2			3	5
1.6	Распределительные устройства	1			3	4
1.7	Электродвигатели	1			3	4
1.8	Дизельный генератор	2			3	5
1.9	Оборудование АБП	2			3	5

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.10	Система надёжного электроснабжения нормальной эксплуатации (СНЭ НЭ)	1			3	4
1.11	Система аварийного электроснабжения энергоблока (САЭ)	2			3	5
1.12	Система электроснабжения общестанционных потребителей	2			3	5
1.13	Системы автоматического пожаротушения электротехнического оборудования	2			3	5
1.14	Системы контроля и управления электрической части ЭЦ	2			3	5
1.15	Режимы нарушений в работе электротехнического оборудования	2			3	5
1.16	Противоаварийная автоматика	1			3	4
	Итого:	26	0	0	46	72

### 13.3. Ситуационные задачи для проверки знаний в виде экзамена

№ п/п	Варианты задач	Количество часов
3	Контроль знаний (Экзамен)	
3.1	Прогрузка АВ КРУЗА П - 0,4 кВ	7
3.2	Техническое обслуживание и ремонт КРУЗА П - 0,4 кВ	7
3.3	Выявление неисправностей в цепях сигнализации и управления в ячейке ввода и способы их устранения	8
3.4	Выявление неисправностей в цепях сигнализации и управления в ячейке присоединения и способы их устранения	7
3.5	Проверка и опробование устройств РЗиА КРУЗА П - 0,4 кВ	7
	Итого:	36

## 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации. Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

На практических занятиях необходимо уметь решать поставленные задачи и анализировать решение на технических средствах обучения.

На устных опросах обучаемый должен уметь демонстрировать полученные на лекциях и практических занятиях знания, умения и навыки, отвечать на поставленные вопросы, поддерживать дискуссию по существу вопроса.

Методическое обеспечение аудиторной работы: учебно-методические пособия для студентов, учебники и учебные пособия, электронные и интернет-ресурсы.

Методическое обеспечение самостоятельной работы: учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, контрольные задания и тесты в бумажном и электронном вариантах, тестирующие системы, дистанционные формы общения с преподавателем. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д.



## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Теоретические основы электротехники. Е.А. Лоторейчук. Москва, ФОРУМ-ИНФРА-М, 2006.
2.	Физические основы электротехники. Е. Ф. Щербаков, В. М. Петров. Ульяновск, УлГТУ, 2012.
3.	Ломоносов В.Ю. и др. Электротехника. – М.: Энергоиздат, 1990.
4.	Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. – М.: Энергия, 1980.
5.	Правила устройства электроустановок. Издание седьмое.
6.	Инструкция на ремонт электрооборудования распределительных устройств 0,4 кВ.
7.	Руководство по эксплуатации устройств комплектных низковольтных распределения и управления, частично испытанных, шкафного исполнения КРУЗА П.
8.	Тренажер оборудования и систем ЭЦ. Управление и автоматики элементов ТСО ЭЦ. ТД НВПЦ .21022004. УА 9.
9.	Руководство по эксплуатации. Комплектное распределительное устройство напряжением до 10 кВ СЭЩ-80-10Н. Руководство по эксплуатации ЗГК.612.187. РЭ.
10.	Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики электрических сетей 0,4-35 кВ, РД 153-34.3-35.613-00.
11.	Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок.
12.	Объем и нормы испытаний электрооборудования СТО 34.01-23.1-001-2017.9 Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования АЭС (РД 53 025.002-88).
13.	Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования АЭС (РД 53 025.002-88).
14.	Руководство по эксплуатации Серам серии 80. Измерения, защита, управление и контроль.
15.	Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования АЭС (РД 53 025.002-88).
16.	Тренажер оборудования и систем ЭЦ. Управление и автоматики элементов ТСО ЭЦ. ТД НВПЦ .21022004. УА 9
17.	СО 34.35.302-2006 «Инструкция по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций»
18.	СО 153-34.03.603-2003 «Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках»
19.	НВ ЦП.21022004.УА5 Управление и автоматика элементов ТСО «Инвертор». Рабоче-конструкторская документация АО «ЭЦН» ТИДЖ.435311.094 РЭ руководство по эксплуатации выпрямителей серии В-ТПП АО «Инвертор»
20.	И СО 153-34.0-20.505-2003 «Инструкции по переключениям в электроустановках».
21.	ГЛЦИ.656457.112-089РЭ руководство по эксплуатации «Низковольтное комплектное устройство щит постоянного тока ШСН1250». ОАО «ВНИИР» г.Чебоксары
22.	НВЦП.21022004.УАЗ «Управление и автоматика элементов ТСО «ЩПТ». Рабочеконструкторская документация». АО «Электроцентронладка»

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
23.	Федеральный закон «Об использовании атомной энергии» от 21.11.1995 № 170-ФЗ (с изменениями и дополнениями)
24.	Общие положения обеспечения безопасности атомных станций НП-001-15
25.	Документ «Правила организации работы с персоналом на атомных станциях»
26.	«Программы подготовки на должность (профессию) и поддержания квалификации работников АО «Концерн Росэнергоатом». Основные требования» СТО 1.1.1.01.004.0441-2016
27.	Нормативно-правовые документы (подзаконные акты), актуальные на момент проведения обучения

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет) \*:

№ п/п	Ресурс
28.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> - ЗНБ ВГУ.
29.	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> - Электронный университет ВГУ
30.	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a> - ЭБС «Лань»
31.	<a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a> - ЭБС «Консультант студента»
32.	<a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a> - Образовательная платформа «ЮРАЙТ»
33.	<a href="https://rucont.ru">https://rucont.ru</a> - Информационно-телекоммуникационная система «Контекстум»

34.	<a href="https://elib.biblioatom.ru/">https://elib.biblioatom.ru/</a> - Электронная библиотека /// История Росатома
35.	<a href="https://sdo.rosatomtech.ru/">https://sdo.rosatomtech.ru/</a> - Система дистанционного обучения АНО ДПО «Техническая академия Росатома»

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
36.	Теоретические основы электротехники. Е.А. Лоторейчук. Москва, ФОРУМ-ИНФРА-М, 2006.
37.	Физические основы электротехники. Е. Ф. Щербаков, В. М. Петров. Ульяновск, УлГТУ, 2012.
38.	Ломоносов В.Ю. и др. Электротехника. – М.: Энергоиздат, 1990.
39.	Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. – М.: Энергия, 1980.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

1. активные и интерактивные формы проведения занятий;
2. компьютерные технологии при проведении занятий;
3. презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
4. специализированное оборудование при проведении практических работ;
5. разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и метода.

Для самостоятельной работы используется ЭБС <https://sdo.rosatomtech.ru/> - система дистанционного обучения АНО ДПО «Техническая академия Росатома».

Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Astra Linux, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) применяются с использованием образовательного портала «Электронный университет ВГУ».

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория А215 Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома» (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации).

Аудитории тренажерного корпуса Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома» (для проведения занятий практического обучения и промежуточной аттестации).

Специализированная мебель, ноутбук, проектор

Astra Linux, LibreOffice, Adobe Reader

Аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель.

Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы с предустановленными Компьютерными обучающими системами (КОС).

№ КОС	Наименование КОС
1.	Комплексные распределительные устройства 0,4 кВ (КРУЗА).
2.	Система нормальной эксплуатации собственных нужд (НЭ)
3.	Генератор
4.	Система возбуждения
5.	Синхронизация
6.	Блочный трансформатор
7.	Техническое обслуживание и ремонт блочного трансформатора

8.	Электродвигатель 0,4 кВ
9.	Система надёжного электроснабжения нормальной эксплуатации собственных нужд (СНЭ НЭ)
10.	Техническое обслуживание и ремонт оборудования системы надёжного питания 1 категории

Аудитории тренажерного корпуса Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома» (для проведения занятий практического обучения и промежуточной аттестации) со стендами, тренажерами и техническими средствами обучения для проведения практических и лабораторных работ.

Практические занятия проводятся с использованием спецоборудования и стенда- тренажера.

Наименование ТСО	Для практических занятий
Комплект тренажера для подготовки персонала ЭЦ АЭС:	
1. Техническое средство обучения «КРУ – 10 кВ»	Техническое обслуживание и наладка оборудования КРУ 10кВ
2. Техническое средство обучения «КРУ – 0,4 кВ»	Техническое обслуживание и наладка оборудования КРУ 0,4кВ
3. Техническое средство обучения «ЩПТ»	Техническое обслуживание и наладка оборудования ЩПТ
3. Техническое средство обучения «АБП»	Техническое обслуживание и ремонт оборудования АБП
Необходимые приспособление и инструменты для практического занятия и расходными материалами.	

Специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета и Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома».

Astra Linux, LibreOffice, Adobe Reader

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.1	Теоретические основы электротехники и промышленной электроники	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2	Зачет и промежуточный контроль в виде экзамена со сценарными условиями
1.2	Специальные вопросы электротехники			
1.3	Электрические схемы АЭС			
1.4	Синхронный турбогенератор ТЗВ-1200-2АУЗ			
1.5	Трансформаторы и шунтирующий реактор			
1.6	Распределительные устройства			
1.7	Электродвигатели			
1.8	Дизельный генератор			
1.9	Оборудование АБП			
1.10	Система надёжного электроснабжения нормальной эксплуатации (СНЭ НЭ)			
1.11	Система аварийного электроснабжения энергоблока (САЭ)			
1.12	Система электроснабжения общестанционных потребителей			

1.13	Системы автоматического пожаротушения электротехнического оборудования			
1.14	Системы контроля и управления электрической части ЭЦ			
1.15	Режимы нарушений в работе электротехнического оборудования			
1.16	Противоаварийная автоматика			
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен на ТСО				

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### Контроль качества освоения программы

Метод контроля	Оценочные материалы
Текущий контроль (опрос)	Перечень контрольных вопросов в соответствие с учебными целями. Выполнение практической работы
Текущий контроль (выполнение практической работы)	Выполнение практического задания обучаемыми. Заполнение бланка оценки выполнения контрольной практической работы
Итоговая аттестация (тестирование)	Тестовые задания по разработанным вопросам в соответствии с учебными целями

Система оценки достижения планируемых результатов:

Показатель (объект оценивания)	Критерии достижения показателя	Значение показателя
Количество правильных ответов по итоговому тестированию	Процент правильных ответов	70% и более - зачтено Менее 70% - не зачтено

Текущий контроль проходить в виде опроса и выполнения практической работы. Опрос проводится в виде тестового опроса по разработанным контрольным вопросам в соответствие с учебными целями.

Выполнение текущей практической работы: обучаемый выполняет действия, которые ему ранее продемонстрировал инструктор. Всё делается в соответствии с требованиями плана практического занятия. Результаты фиксируются в лист оценки (приложено к программе). Шкала - выполнил/не выполнил.

Итоговая аттестация проходит в виде тестирования. В итоговый тест включаются вопросы по всем разделам/темам курса. Успешным считается результат, при котором слушатель дал правильные ответы на 70% и более предложенных ему вопросов.

По результатам выполнения практического задания экзаменуемый оформляет оценочные формы (заключения метрографических исследований и метрографического контроля), критерием достижения показателя является отсутствие значимых ошибок и достоверность полученных результатов контроля.

Итоговая аттестация (экзамен) проводится комиссией Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома», решение комиссии оформляется

протоколом.

Лицам, успешно прошедшим итоговую аттестацию (экзамен) выдается **протокол**.  
Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию (экзамен) выдается **справка об обучении**.

**Пример контрольно-измерительного материала (КИМ)**

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующий баз. каф.  
«Атомные станции с водо-водяными  
энергетическими реакторами» (АСВВЭР)  
\_\_\_\_\_ Иванченко А. И.

Направление подготовки:

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Дисциплина: **Б1.X.0X** Электрическое оборудование АЭС

Вид контроля: Экзамен

**Контрольно-измерительный материал №1**

1. Вопрос 1.
2. Вопрос 2.

3. Задача на практическое выполнение необходимых операций во время нештатной работы оборудования (выполнение на ТСО).

Преподаватель \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_  
подпись расшифровка подписи

**20.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

**Контрольные вопросы:**

- 1 Объясните, что называется электрическим током.
- 2 Назовите, что содержит простейшая электрическая установка.
- 3 Объясните, какие изменения происходят в проводнике, движущемся в магнитном поле.
- 4 Объясните, как можно получить однофазный переменный ток.
- 5 Объясните, что называется трёхфазной системой переменного тока.
- 6 Объясните основные требования, предъявляемые к главной электрической схеме.
- 7 Объясните назначение и принцип работы электрической схемы КРУ 0,4 кВ.
- 8 Объясните назначение и принцип работы измерительных трансформаторов тока и напряжения.
- 9 Объясните способы защиты электротехнического оборудования от перенапряжений.
- 10 Объясните назначение шунтирующего реактора и принцип компенсации реактивной мощности.
- 11 Назовите основные элементы конструкции элегазового выключателя и их назначение.
- 12 Назовите назначение каждого уровня СКУ ЭЧ энергоблока.
- 13 Объясните принцип работы синхронного генератора.

- 14 Объясните причины появления высших гармоник и способы их компенсации.
- 15 Объясните назначение основных элементов конструкции генератора.
- 16 Объясните назначение и конструкцию сердечника статора генератора.
- 17 Объясните понятие упругой подвески сердечника статора генератора.
- 18 Объясните назначение фторопластовых шлангов, соединяющих обмотку статора с коллектором подачи воды и свойства фторопласта.
- 19 Объясните назначение основных элементов конструкции ротора генератора.
- 20 Объясните назначение демпферной обмотки ротора генератора.
- 21 Объясните, с какой целью подшипник ротора генератора изолирован от фундаментной плиты.
- 22 Объясните назначение масляной системы гидростатического подъема ротора генератора.
- 23 Объясните состав оборудования и принцип работы системы охлаждения обмотки статора и нажимных колец.
- 24 Объясните влияние кислорода воздуха, растворенного в воде на диэлектрические свойства дистиллята и способы его ограничения.
- 25 Объясните состав оборудования и принцип работы системы охлаждения обмотки ротора и сердечника статора.
- 26 Объясните назначение и принцип работы системы контроля над герметичностью водяного тракта генератора.
- 27 Объясните назначение и принцип работы системы вентиляции корпуса генератора.
- 28 Объясните принцип работы регулирования напряжения генератора вручную.
- 29 Объясните состав оборудования и принцип работы системы автоматического регулирования напряжения генератора.
- 30 Объясните состав электротехнического оборудования системы возбуждения генератора и его назначение.
- 31 Объясните принцип работы возбудителя и вращающегося выпрямительного устройства.
- 32 Назовите основное оборудование секции ввода и его назначение.
- 33 Объясните принцип работы тиристорного выпрямительного моста щита возбуждения.
- 34 Назовите основное оборудование одного из каналов управления и регулирования и его назначение.
- 35 Назовите основные функции СУР.
- 36 Назовите основные элементы секции защиты ротора и их назначение.
- 37 Объясните принцип работы диодной системы возбуждения турбогенератора.
- 38 Объясните принцип работы защиты от перегрузки по току обмотки ротора.
- 39 Объясните принцип работы защиты ротора при однополюсном замыкании обмоток ротора на «землю».
- 40 Объясните назначение, состав оборудования и принцип работы СНЭ НЭ потребителей второй группы.
- 41 Объясните назначение технологических систем дизеля, обеспечивающих его работу при пуске и в режиме "ожидания".
- 42 Объясните конструктивные особенности дизель-генератора.

43 Объясните назначение и принцип работы электрических защит дизель-генератора.

44 Объясните назначение, состав оборудования и принцип работы системы возбуждения дизель-генератора.

45 Объясните режим работы СНЭ НЭ при обесточивании энергоблока.

### **Критерии и шкалы оценивания:**

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

**1) открытые задания (тестовые, средний уровень сложности):**

- 1 балл - указан верный ответ;
- 0 баллов - указан неверный ответ, в том числе частично.

**2) задания с развернутым ответом:**

- 5 баллов - указан верный ответ;
- 2 балла - указан частично верный ответ;
- 0 баллов - указан неверный ответ.

### **21. Фонд оценочных средств, рекомендуемых к использованию в ходе проверки остаточных знаний (оценке достижения результатов освоения дисциплины)**

Тестовые задания с открытым ответом

Вопрос 1:

Какие элементарные частицы являются основными для построения всех известных веществ?

- а) Электроны, протоны, нейтроны
- б) Протоны, нейтроны, позитроны
- с) Электроны, позитроны, нейтроны
- д) Протоны, нейтроны, мезоны

Правильный ответ: а

Вопрос 2:

Какие виды связи существуют между атомами или молекулами?

- а) Ионная, ковалентная, металлическая
- б) Ионная, ковалентная, молекулярная
- с) Металлическая, молекулярная, водородная
- д) Ионная, металлическая, водородная

Правильный ответ: а

Вопрос 3:

Какие вещества относятся к диэлектрикам?

- а) Вещества с высокой электропроводностью
- б) Вещества с низкой электропроводностью
- с) Вещества с высокой теплопроводностью
- д) Вещества с высокой магнитной проницаемостью

Правильный ответ: b

Вопрос 4:

Какие потери возникают в диэлектриках при воздействии электрического поля?

- a) Механические потери
- b) Тепловые потери
- c) Диэлектрические потери
- d) Магнитные потери

Правильный ответ: c

Вопрос 5:

Какие материалы относятся к проводникам?

- a) Вещества с высокой электропроводностью
- b) Вещества с низкой электропроводностью
- c) Вещества с высокой теплопроводностью
- d) Вещества с высокой магнитной проницаемостью

Правильный ответ: a

Вопрос 6:

Какие материалы относятся к магнитомягким?

- a) Вещества с высокой коэрцитивной силой
- b) Вещества с низкой коэрцитивной силой
- c) Вещества с высокой магнитной проницаемостью
- d) Вещества с низкой магнитной проницаемостью

Правильный ответ: b

Вопрос 7:

Какие материалы используются для изготовления постоянных магнитов?

- a) Магнитотвердые материалы
- b) Магнитомягкие материалы
- c) Диамагнитные материалы
- d) Парамагнитные материалы

Правильный ответ: a

Вопрос 8:

Какие повреждения могут возникнуть в электроустановках?



- a) Только однофазные КЗ
- b) Однофазные и трехфазные КЗ
- c) Только трехфазные КЗ
- d) Только механические повреждения

Правильный ответ: b

Вопрос 9:

Какие последствия возникают при коротком замыкании (КЗ)?

- a) Увеличение напряжения в сети
- b) Снижение напряжения в сети
- c) Увеличение сопротивления проводников
- d) Уменьшение тока в сети

Правильный ответ: b

Вопрос 10:

Какие материалы используются для изготовления проводников?

- a) Только медь
- b) Медь, алюминий, сплавы меди
- c) Только алюминий
- d) Только сплавы меди

Правильный ответ: b

Вопрос 11:

Какие системы охлаждения применяются для трансформаторов?

- a) Только дутьевая система
- b) Дутьевая система, естественная система, принудительная циркуляция масла
- c) Только естественная система
- d) Только принудительная циркуляция масла

Правильный ответ: b

Вопрос 12:

Какие последствия возникают при перегрузке по току в трансформаторах?

- a) Увеличение напряжения
- b) Нагрев обмоток и возможное повреждение изоляции
- c) Уменьшение тока
- d) Увеличение сопротивления проводников

Правильный ответ: b

Вопрос 13:

Какие меры применяются для защиты трансформаторов от токов КЗ?

- a) Только резервные защиты
- b) Резервные защиты, защита от перегрузки
- c) Только защита от перегрузки
- d) Только механические защиты

Правильный ответ: b

Вопрос 14:

Какие системы применяются для пожаротушения в кабельных помещениях?

- a) Только автоматические системы
- b) Автоматические системы, системы сигнализации
- c) Только системы сигнализации
- d) Только механические системы

Правильный ответ: b

Вопрос 15:

Какие кабели используются для повышения пожарной безопасности?

- a) Кабели с высокой электропроводностью
- b) Кабели с особой изоляцией
- c) Кабели с высокой магнитной проницаемостью
- d) Кабели с высокой теплопроводностью

Правильный ответ: b

Вопрос 16:

Какие последствия возникают при атмосферных перенапряжениях?

- a) Увеличение напряжения в сети
- b) Пожары и аварийные ситуации
- c) Уменьшение тока в сети
- d) Увеличение сопротивления проводников

Правильный ответ: b

Вопрос 17:

Какие меры применяются для защиты от атмосферных перенапряжений?

- a) Только защитные тросы

- b) Защитные тросы, ограничители перенапряжений
- c) Только ограничители перенапряжений
- d) Только механические защиты

Правильный ответ: b

Вопрос 18:

Какие материалы используются для изготовления защитных тросов?

- a) Только медь
- b) Медь, алюминий, сталь
- c) Только алюминий
- d) Только сталь

Правильный ответ: b

Вопрос 19:

Какие последствия возникают при перегрузке по току в силовых кабелях?

- a) Увеличение напряжения
- b) Нагрев кабеля и возможное повреждение изоляции
- c) Уменьшение тока
- d) Увеличение сопротивления проводников

Правильный ответ: b

Вопрос 20:

Какие меры применяются для предотвращения повреждений силовых кабелей?

- a) Только периодические испытания
- b) Периодические испытания, автоматические системы пожаротушения
- c) Только автоматические системы пожаротушения
- d) Только механические защиты

Правильный ответ: b

Вопросы с развернутыми ответами

Вопрос 1:

Объясните, как происходит поляризация диэлектриков в электрическом поле.

Ответ:

Поляризация диэлектриков — это процесс смещения связанных зарядов или ориентации дипольных молекул под воздействием электрического поля. В диэлектриках могут происходить различные виды поляризации, такие как релаксационная, электронная, ионная и дипольно-релаксационная. Поляризация позволяет диэлектрикам накапливать электрическую энергию, что используется в конденсаторах и других устройствах.

Вопрос 2:

Какие факторы влияют на диэлектрические потери в твердых диэлектриках?

Ответ:

Диэлектрические потери в твердых диэлектриках зависят от их структуры, молекулярного строения, температуры, наличия примесей и напряженности электрического поля. Потери возрастают с увеличением температуры и напряженности поля, а также при наличии примесей, которые снижают электрическую прочность материала.

Вопрос 3:

Почему медь является лучшим проводниковым материалом в электротехнике?

Ответ:

Медь обладает высокой электропроводностью, хорошей механической прочностью и пластичностью, а также легко паяется и сваривается. Она также стойка к коррозии и имеет высокую нагревостойкость. Эти свойства делают медь идеальным материалом для изготовления проводов, кабелей и других электротехнических изделий.

Вопрос 4:

Какие меры применяются для защиты трансформаторов от перегрузки по току?

Ответ:

Для защиты трансформаторов от перегрузки по току применяются резервные защиты, которые действуют на отключение трансформатора с выдержкой времени. Также используются защиты от перегрузки, которые срабатывают при достижении номинального тока трансформатора и включают предупредительную сигнализацию.

Вопрос 5:

Почему важно использовать кабели с особой изоляцией для повышения пожарной безопасности?

Ответ:

Кабели с особой изоляцией имеют пониженные выделения токсических веществ и не распространяют горение при групповой прокладке. Это снижает риск возгорания и позволяет избежать аварийных ситуаций в электроустановках.

Вопрос 6:

Какие последствия могут возникнуть при атмосферных перенапряжениях в электроустановках?

Ответ:

Атмосферные перенапряжения могут привести к пожарам и аварийным ситуациям в электроустановках. Они возникают в результате грозовых разрядов, которые вызывают

резкое увеличение напряжения в сети, что может повредить оборудование и привести к нарушению его работы.

Вопрос 7:

Какие меры применяются для защиты электроустановок от атмосферных перенапряжений?

Ответ:

Для защиты электроустановок от атмосферных перенапряжений применяются защитные тросы и ограничители перенапряжений. Защитные тросы предотвращают попадание набегающих волн на оборудование, а ограничители перенапряжений гасят их, предотвращая повреждение оборудования.

Вопрос 8:

Почему важно проводить периодические испытания силовых кабелей?

Ответ:

Периодические испытания силовых кабелей позволяют выявить ослабленные места изоляции, которые могут привести к повреждению кабеля и возгоранию. Это особенно важно для предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения надежной работы электроустановок.

Вопрос 9:

Какие системы охлаждения применяются для трансформаторов и почему они важны?

Ответ:

Для трансформаторов применяются дутьевая система, естественная система и принудительная циркуляция масла. Эти системы важны для поддержания заданных температурных значений обмоток и масла, что предотвращает перегрев и повреждение трансформаторов.

Вопрос 10:

Объясните, как происходит процесс намагничивания магнитотвердых материалов.

Ответ:

Магнитотвердые материалы намагничиваются преимущественно за счет вращения векторов намагничивания и парапроцесса. Этот процесс требует значительных энергетических затрат и происходит в сильных магнитных полях. Магнитотвердые материалы сохраняют намагниченность длительное время, что делает их идеальными для изготовления постоянных магнитов.

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) открытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) закрытые задания (вопросы с развернутыми ответами, повышенный уровень сложности):

- 5 баллов – указан верный ответ;
- 2 балла – указан неверный ответ, но приведен верный ход решения;
- 0 баллов – указан неверный ответ.