

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено
Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 25.08.2025 № 25.8

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

название дисциплины

для студентов направления подготовки

**14.05.02 Атомные станции:
проектирование, эксплуатация и инжиниринг**

направление/профиль

Радиационная безопасность атомных станций

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

- формирование у студента знаний основ технологии производства электрической и тепловой энергии на АЭС;
- формирование знаний состава и принципов работы основного оборудования АЭС;
- формирование умений анализировать тепловые схемы отдельных систем и АЭС в целом.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение основных принципов выбора параметров рабочих циклов ЯЭУ, анализ различия энергоблоков с реакторами разных типов;
- изучение принципов выбора оптимальных научно-технических решений по отдельным системам и элементам схем АЭС при их проектировании и эксплуатации;
- изучение основных систем нормальной эксплуатации, систем безопасности, систем локализации аварий энергоблоков с реакторами разных типов;
- изучение основных принципов проектирования систем вентиляции АЭС, а также обращения с радиоактивными отходами на АЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) СПЕЦИАЛИТЕТА

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, и относится к профессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Дозиметрия и защита от излучений», «Инструментальные методы радиационного контроля», «Техника инженерной защиты».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: выполнение научно-исследовательской работы, всех видов практики и выпускной квалификационной работы.

Дисциплина изучается на 5 курсе в 9 семестре.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ООП специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3	Способен к проведению исследований физических процессов в ядерных энергетических установках в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации	З-ПК-3 Знать методы проведения исследований физических процессов; У-ПК-3 Уметь проводить исследования и испытания оборудования ядерных энергетических установок; В-ПК-3 Владеть методиками испытаний оборудования при его монтаже и наладке;
ПК-9	Способен анализировать нейтронно-физические, технологические	З-ПК-9 Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии

	процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	эффективной и безопасной работы ЯЭУ; У-ПК-9 Уметь анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ; В-ПК-9 Владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ;
ПК-11	Способен анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС	З-ПК-11 Знать правила техники безопасности при проведении монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ; У-ПК-11 Уметь проводить монтаж, ремонт и демонтаж оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС; В-ПК-11 Владеть навыками монтажных и демонтажных работ на технологическом оборудовании;

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование культуры умственного труда (B11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за научно-технические достижения России, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности за результаты исследований и их последствия, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечение в реальные научно-исследовательские

		проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)	
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих	

	формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование культуры ядерной и радиационной безопасности (B24)	Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современных методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека (B25)	
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование ответственной экологической позиции (B26)	

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Количество часов на вид работы:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	48
В том числе:	
лекции	32
практические занятия (из них в форме практической подготовки)	16 (0)
лабораторные занятия (из них в форме практической подготовки)	16 (0)
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
экзамен	54
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся	62
Всего (часы):	180
Всего (зачетные единицы):	5

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы				
			Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-6	1.	Конструктивное исполнение АЭС	6	6	16	-	18
1	1.1	Общая архитектура и классификация ЯЭУ	1	1	-	-	6
2	1.2	Тепловые схемы АЭС	1	1	-	-	6
3-6	1.3	Конструктивное исполнение ВВЭР, РБМК, БН	4	4	16	-	6
7-14	2.	Оборудование АЭС	8	8	16	-	32
7-9	2.1	Реакторные установки. Главный реакторный контур и его вспомогательные системы	2	4	8	-	8
10-11	2.2	Конденсационные и деаэрационно-питательные установки АС. Схемы конденсатоочистки	2	2	-	-	8
12-13	2.3	Техническое водоснабжение	2	2	8	-	8
14-15	2.4	Активация и дезактивация на АЭС. Радиоактивные отходы на АЭС. Обращение с радиоактивными отходами.	2	-	-	-	8
15-18	3.	Размещение АЭС	4	4	0	-	12
15-16	3.1.	Размещение АЭС	2	2	-	-	6
17-18	3.2.	Проектные аварии на АЭС	2	2	-	-	6
		Всего:	16	16	32	-	62

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Неделя	№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-6	1.	Конструктивное исполнение АЭС	
1	1.1	Общая архитектура и классификация ЯЭУ	Цели и задачи курса «Оборудование АЭС». Ядерная энергетика России. Общая архитектура и классификация ЯЭУ
2	1.2	Тепловые схемы АЭС	Тепловые схемы АЭС. Энергетические циклы установок и коэффициент полезного действия
3,5	1.3	Конструктивное исполнение ВВЭР, РБМК, БН	ВВЭР: Корпус и внутрикорпусное оборудование, ТВС, основные характеристики корпуса и активной зоны ВВЭР-1000 РБМК: Реактор, внутриреакторное пространство, КМПЦ, ТВС БН: Корпус и внутрикорпусное оборудование, ТВС, основные характеристики корпуса и активной зоны БН-600
7-14	2.	Оборудование АЭС	
7	2.1	Реакторные установки. Главный реакторный контур и его вспомогательные системы	Состав реакторной установки. Принципиальные схемы главных циркуляционных контуров. Реакторные установки корпусного и канального типа, их основные характеристики. Сравнение реакторных установок канального и корпусного типов. Основные системы нормальной эксплуатации реакторных установок с реакторами ВВЭР и РБМК. Системы безопасности, их классификация. Защитные системы безопасности. Основные принципы проектирования систем безопасности. Способы удержания и системы локализации радиоактивных продуктов на АЭС. Локализация аварий на реакторных установках типа РБМК, ВВЭР
10	2.2	Конденсационные и деаэрационно-питательные установки АС. Схемы конденсатоочистки	Задачи и основные элементы конденсационных установок АС. Зависимость вакуума в конденсаторе от входной температуры охлаждающей воды и кратности охлаждения. Пути поступления газов в цикл. Организация деаэрации в конденсаторе. Схемы отсоса парогазовой смеси. Выбор места отсоса. Схемы включения пусковых и основных эжекторов. Состав и назначение деаэрационно-питательных установок. Способы дегазации питательной воды. Типы деаэраторов. Дегазация питательной воды в термических деаэраторах, их конструкции, схемы организации выпара в деаэраторе. Включение деаэраторов в тепловую схему АС. Питательные насосы.

12	2.3	Техническое водоснабжение	Назначение технического водоснабжения и основные потребители техводы на АЭС. Классификация систем технического водоснабжения. Прямоточная и обратная системы технического водоснабжения. Выбор системы. Схема подключения конденсаторов турбин и других потребителей к системе технического водоснабжения. Определение общего расхода воды в системе технического водоснабжения. Выбор типа, числа и производительности циркуляционных насосов.
14	2.4	Активация и дезактивация на АЭС. Радиоактивные отходы на АЭС. Обращение с радиоактивными отходами.	Назначение дезактивационных установок. Активация на АС. Радиоактивные отложения в контурах АС и методы периодического удаления этих отложений. Спецводоочистка на АС. Дезактивация жидких радиоактивных отходов. Дезактивация твердых радиоактивных отходов. Способы дезактивации газообразных радиоактивных отходов.
15-18	3.	Размещение АЭС	
15-16	3.1.	Размещение АЭС	Размещение АЭС и оборудования в здании. Выбор места и генеральный план АЭС. Компонировка оборудования в главном корпусе АЭС. Эволюция конструкции главного корпуса. Защитная оболочка: назначение и конструкция. Компонировка оборудования 1 контура в гермооболочке. О возможности установления естественной циркуляции
17-18	3.2.	Проектные аварии на АЭС	Проектные аварии на АЭС с ВВЭР-1000: затопление площадки, ударная волна, землетрясение, падение самолета

Практические/семинарские занятия

Неделя	№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-6	1.	Конструктивное исполнение АЭС	
1	1.1	Общая архитектура и классификация ЯЭУ	Ядерная энергетика мира
2	1.2	Тепловые схемы АЭС	Тепловые схемы АЭС
4,6	1.3	Конструктивное исполнение ВВЭР, РБМК, БН	Основные характеристики ВВЭР-1000 Основные характеристики РБМК-1000 Основные характеристики БН-600
7-14	2.	Оборудование АЭС	
8	2.1	Реакторные установки. Главный реакторный контур и его вспомогательные системы	Взаимное влияние параметров КМПЦ РБМК Рассматриваемые вопросы. Состав КМПЦ РБМК-1000. Материальный и энергетический балансы КМПЦ. Среднее паросодержание на выходе ТК, от чего оно зависит. Номинальные параметры теплоносителя РБМК-1000

10			Влияние характеристик материала оболочек твэлов на тепловую эффективность цикла Рассматриваемые вопросы. Материалы оболочек твэлов, их рабочие температуры. Распределение температуры в твэле. Средний подогрев теплоносителя по а.з. ВВЭР-1000. Влияние параметров теплоносителя на начальные параметры рабочего тела
12	2.2	Конденсационные и деаэрационно-питательные установки АЭС. Схемы конденсатоочистки	Влияние влажности воздуха на давление в конденсаторе и параметры КМПЦ Рассматриваемые вопросы. Типы систем технического водоснабжения. Испарительное охлаждения циркуляционной воды. Зависимость вакуума в конденсаторе от температуры охлаждающей воды и кратности охлаждения. Анализ результатов.
14	2.3	Техническое водоснабжение	Влияние кратности охлаждения конденсаторов на выработку электроэнергии Рассматриваемые вопросы. Что такое кратность охлаждения и как она влияет на вакуум в конденсаторе. Влияние вакуума в конденсаторе на термический к.п.д. цикла Ренкина. Оптимальная кратность охлаждения и расчетный вакуум. Анализ результатов.
15-18	3.	Размещение АЭС	
15-16	3.1.	Размещение АЭС	Размещение АЭС и оборудования в здании. Выбор места и генеральный план АЭС. Компоновка оборудования в главном корпусе АЭС. Эволюция конструкции главного корпуса. Защитная оболочка: назначение и конструкция
17-18	3.2.	Проектные аварии на АЭС	Аварии на АЭС (ТМ1, Чернобыльская АЭС, Фукусима)

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для всех видов самостоятельной работы (проработки теоретического материала, подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам, выполнения курсовой работы, подготовки к контрольным испытаниям текущего контроля успеваемости, подготовки к экзамену) обучающимся рекомендуется использовать:

- конспекты лекций;
- основную и дополнительную учебную литературу (см. раздел 9);
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе периодические издания Научной электронной библиотеки e-LIBRARY.ru (<http://elibrary.ru>);

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 9 семестр			
1.	Разделы 1, 2	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3; З-ПК-9; У-ПК-9; В-ПК-9; З-ПК-10; У-ПК-10; В-ПК-10	Контрольная работа Лабораторные работы
2.	Разделы 2,3	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3; З-ПК-9; У-ПК-9; В-ПК-9; З-ПК-10; У-ПК-10; В-ПК-10	Решение задач Лабораторные работы
Промежуточная аттестация, 9 семестр			
	Экзамен	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3; З-ПК-9; У-ПК-9; В-ПК-9; З-ПК-10; У-ПК-10; В-ПК-10	Экзаменационный билет

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
<i>Контрольная работа</i>	7	18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
<i>Семинарские занятия</i>	15	18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
Экзамен	-		
Экзаменационный билет	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

Определение бонусов и штрафов

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за присутствие на лекциях, практических и лабораторных занятиях и активную и регулярную работу на занятиях. Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов.

Штрафы: за несвоевременную сдачу лабораторных работ и представление докладов оценка может быть снижена на 10% (за каждый вид текущего контроля).

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Практические работы выполняются индивидуально, отчетные материалы сдаются в электронном виде, допустимо использование электронной почты.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде зачета, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения. К сдаче зачета допускаются учащиеся, которые успешно преодолели оценочные мероприятия текущего контроля.

Зачет предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Андрущечко С.А., Афров А.М., ... Украинцев В.Ф. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта. – М.: Логос, 2010. – 604 с.
2. Канальный ядерный энергетический реактор РБМК. Под общей редакцией Ю.М. Черкашова. – М.: ГУП НИКИЭТ, 2006.
3. Зорин В.М. Атомные электростанции. Учебное пособие для студентов вузов. – М.: МИЭ, 2012. – 672 с.
4. Дмитриев С.М. и др. Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах. – М.: Машиностроение, 2013. – 415 с.
5. Тевлин С.А. Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000. Учебное пособие. – М.: МЭИ, 2008. – 358 с.

б) дополнительная учебная литература:

1. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции. – М.: ИЗДАТ, 1994.
2. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции. – М.: Высшая школа, 1984. – 304 с.
3. Ганчев Б.Г. и др. Ядерные энергетические установки: учебное пособие для вузов. – под общей ред. акад. Н.А. Доллежала. – М.: Энергоатомиздат, 1983, 1990 .
4. Нигматулин И.Н., Нигматулин Б.И. Ядерные энергетические установки. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 168 с.
5. Будов В.М., Фарафонов В.А. Конструирование основного оборудования АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 264 с.
6. Митенков Ф.М., Новинский Э.Г., Будов В.М. Главные циркуляционные насосы АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 320 с.
7. Монахов А.С. Атомные электрические станции и их технологическое оборудование. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 224 с.
8. Паротурбинные установки АЭС. Под ред. Косяка М.Ф. – М.: Энергия, 1978.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные научные библиотеки и сайты:

1. E-learning for Nuclear Newcomers [Официальный сайт]. URL: <https://www.iaea.org/topics/infrastructure-development/e-learning-for-nuclear-newcomers> [Режим доступа: 20.05.2018].
2. Росатом - корпорация знаний [Официальный сайт]. — URL: <https://www.youtube.com/user/MirnyAtom> [Режим доступа: 20.05.2018].
3. Энциклопедия атома Росатом - корпорация знаний [Официальный сайт]. — URL: http://www.rosatom.ru/journalist/videogallery/enciklopediya_atoma/defDocument [Режим доступа: 20.05.2018].
4. Научная электронная библиотека [Официальный сайт]. — URL: <http://elibrary.ru/> [Режим доступа: 20.05.2018].
5. Журнал «Известия вузов. Ядерная энергетика» [Официальный сайт]. — URL: <http://journal.iate.obninsk.ru/> [Режим доступа: 20.05.2018].

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для оптимальной организации работ по изучению дисциплины студентам следует придерживаться следующих рекомендаций.

В течение семестра студенты должны изучать теоретический материал в соответствии с программой курса, выполнять предложенные преподавателем задания для самостоятельной работы, готовиться к текущей и промежуточной аттестации, прорабатывая необходимый материал согласно перечню терминов, контрольных вопросов и списку рекомендованной литературы.

Студент должен вести конспект занятий - кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Во время самостоятельной проработки материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным терминам, спорным точкам зрения. Такие моменты следует выделить или выписать отдельно для дальнейшего обсуждения на семинарском занятии. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Практические занятия требуют активного участия всех студентов в обсуждении вопросов, выносимых на семинар. Поэтому важно при подготовке к ним продумать вопросы, которые

хотелось бы уточнить. Возможно расширение перечня рассматриваемых вопросов в рамках темы по желанию и предложению обучающихся.

Материал к занятиям можно подобрать в периодических изданиях научного и прикладного характера, выявляя тот, который имеет отношение к современным проблемам биологической и экологической информатики. Аналитический разбор подобных публикаций помогает пониманию и усвоению теоретического материала, формирует навыки использования различных подходов, решения стандартных задач, развивает способность к нестандартным решениям. Литературные источники, размещенные в сети интернет в свободном доступе, включены в электронный вариант УМКД и могут быть представлены студентам по запросу.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине предполагает более глубокую проработку ими отдельных тем курса, определенных программой. Основными видами и формами самостоятельной работы студентов по данной дисциплине являются:

- проработка учебного (теоретического) материала
- подготовка к практическим занятиям, в том числе подготовка сообщений и докладов к семинарским занятиям;
- подготовка к контрольным испытаниям текущего контроля успеваемости;
- подготовка к зачету.

В процессе изучения данной дисциплины учитывается посещаемость занятий, оценивается активность студентов на семинарских занятиях, а также качество и своевременность подготовки теоретических материалов и практических заданий.

По окончании изучения дисциплины проводится зачет. При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, материалы семинарских занятий, рекомендуемую литературу и др.

Условием успешного освоения материала и сдачи текущего и промежуточного контроля является систематическая работа в соответствии с учебным планом, обязательное выполнение лабораторных работ в компьютерном классе; устное выступление перед группой на дискуссионную тему из предлагаемых тематик самостоятельной работы; творческий подход к выполнению зачетной работы.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования.

Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1. Перечень информационных технологий

- Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.
- Доступ к интернету, в том числе к сайтам ГПНТБ, ГРНТИ, научных библиотек и др.
- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).
- Для выполнения лабораторных работ требуются программы пакета Microsoft Office (Access, Excel, Word, Power Point, Acrobat Reader), Internet Explorer
- Для оформления письменных работ, презентаций к докладу, работы в электронных библиотечных системах необходимы программы пакета Microsoft Office (Excel, Word, Power Point, Acrobat Reader), Internet Explorer, или других аналогичных.

12.3. Перечень информационных справочных систем

Не требуется.

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с современными средствами демонстрации (мультимедийное оборудование), а также помещения для самостоятельной работы студентов.

Для практических занятий необходим компьютерный класс.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

Самостоятельная работа студентов составляет значительную часть общей трудоемкости дисциплины, является важнейшим компонентом образовательного процесса. Она направлена на 1) получение углубленных знаний по изучаемым тематикам; 2) получение навыков самостоятельной работы с литературой, периодическими изданиями и интернет-ресурсами; 3) формирование умения обобщать и концентрировать полученные знания; 4) получение опыта подготовки и проведения докладов, дискуссий, использования современных технических средств.

Перечень основных вопросов по темам учебного курса (для самопроверки и подготовки к контрольной работе).

Тема 1.

1. Назначение основного технологического оборудования ЯЭУ.
2. Какие типы теплоносителей используются в ЯЭУ?
3. Основные требования, предъявляемые к теплоносителям ЯЭУ.

4. Опишите основные свойства водного, газообразных и жидкометаллических теплоносителей.

Тема 2.

1. Изобразите в T-s диаграмме термодинамический цикл с турбиной на перегретом и насыщенном паре.
2. Что такое термический к.п.д.? В каких случаях можно записать его выражение через начальную и конечную температуры цикла?
3. Выбор и обоснование начальных параметров рабочего цикла для ЯЭУ с различными типами реакторов.
4. Обоснование конечных параметров рабочего цикла ЯЭУ.
5. Какие требования накладывает на режим работы АЭС вид суточного графика электрической нагрузки?
6. На какие части делится график нагрузки по уровню потребления энергии? Как «заполняется» график нагрузки различного рода электростанциями?

Тема 3.

1. Что такое регенерация теплоты? Как она осуществляется физически и технически?
2. Как определить расход пара на турбину с регенеративными отборами? Каково предельное число регенеративных отборов и чем оно определяется?
3. До какой температуры можно нагреть питательную воду за счет регенеративного подогрева? Как выбирают ее оптимальную величину? Что такое степень регенерации?
4. Запишите выражение термического к.п.д. цикла с регенерацией через термический к.п.д. цикла без регенерации. Что такое энергетический коэффициент?

Тема 4.

1. Что входит в состав реакторной установки с реактором типа ВВЭР-1000?
2. Что входит в состав реакторной установки с реактором типа РБМК-1000?
3. Укажите основные технические характеристики реакторной установки с реактором типа ВВЭР-1000.
4. Укажите основные технические характеристики реакторной установки с реактором типа РБМК-1000.
5. Назначение систем нормальной эксплуатации, систем безопасности.
6. Из каких соображений выбирается производительность и количество каналов систем безопасности?
7. Назначение систем локализации аварий на АЭС.
8. Почему в составе реакторной установки с реактором типа РБМК-1000 нет системы компенсации давления?
9. Какое исходное событие является максимальной проектной аварией для реакторной установки с реактором типа ВВЭР-1000?
10. Какое исходное событие является максимальной проектной аварией для реакторной установки с реактором типа РБМК-1000?

Тема 5.

1. Назначение и состав конденсационных установок. Принципиальная схема конденсационной установки.
2. От чего зависит вакуум в конденсаторе турбины? Для чего необходимо поддерживать вакуум в конденсаторе?
3. Какую функцию выполняет эжекторная установка?
4. Назначение и состав блочной обессоливающей установки.
5. Выбор числа и производительности конденсатных насосов. Включение конденсатных насосов в тепловую схему АЭС.
6. Назначение и состав деаэрационной установки. Способы дегазации воды. Типы деаэраторов.
7. Питательные установки. Типы питательных насосов, их сравнительный анализ.

Тема 6.

1. Назначение систем технического водоснабжения. Типы систем технического водоснабжения, их сравнение между собой.
2. Основные потребители технической воды на АЭС.
3. Оценка необходимого расхода воды в системе технического водоснабжения.

Тема 7.

1. За счет каких факторов в циркулирующих на АЭС средах возникает радиоактивность?
2. Какие последствия, опасные для эксплуатационных режимов, могут вызвать твердые отложения в первом контуре? Какие технологические установки АЭС обеспечивают снижение этих отложений?
3. Как происходит периодическое удаление твердых отложений из первого контура и как затем утилизируются эти отходы?
4. Приведите принципиальную систему спецгазоочистки.
5. Приведите примеры систем спецводочистки.

Тема 8.

1. Назначение вентиляционных установок на АЭС.
2. Классификация помещений АЭС по степени активности.
3. Основы проектирования вентиляционных установок.

14.3. Краткий терминологический словарь

АЗ – аварийная защита реактора

АПЭН – аварийный питательный электронасос

АС – атомная станция

АЭС – атомная электростанция

ББ – бассейн-барботёр (бак-барботёр)

БВ – бассейн выдержки

БЗОК – быстродействующий запорно-отсечной клапан

БРУ-А – быстродействующая редуционная установка сброса пара в атмосферу

БРУ-Д - быстродействующая редуционная установка сброса пара в деаэрактор

БРУ-К - быстродействующая редуционная установка сброса пара в конденсатор турбины

БРУ-СН - быстродействующая редуционная установка сброса пара в коллектор собственных нужд

БРУ-ТК - быстродействующая редуционная установка сброса пара в технологический конденсатор

БС – барабан-сепаратор

БЩУ – блочный щит управления

ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор

ВКУ – внутриконтурные устройства

ВПЭН – вспомогательный питательный электронасос

ВХР – водно-химический режим

ГЕ – гидроаккумулирующая ёмкость системы аварийного охлаждения активной зоны

ГПК – главный предохранительный клапан

ГО – герметичная оболочка (гермооболочка)

ГЦК – главный циркуляционный контур

ГЦН – главный циркуляционный насос

ГЦТ – главный циркуляционный трубопровод

ДГ – дизель-генератор

ЖРО – жидкие радиоактивные отходы

ЗРК – запорно-регулирующий клапан

ИПУ – импульсное предохранительное устройство
КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика
КД – компенсатор давления
КМПЦ – контур многократной принудительной циркуляции
МПА – максимальная проектная авария
НВК – нижние водяные коммуникации
НД – нормативная документация
ОК – обратный клапан
ОПБ – общие положения обеспечения безопасности атомной станции
ОТВС – отработавшая тепловыделяющая сборка
ОЯТ – отработавшее ядерное топливо
ПВК – пароводяные коммуникации
ПГ – парогенератор
ПК – предохранительный клапан
ППР – планово-предупредительный ремонт
ПЭЛ – поглощающий элемент
РАО – радиоактивные отходы
РБМК – реактор большой мощности канальный
РГК – раздаточный групповой коллектор
РО – реакторное отделение
РУ – реакторная установка
РЩУ – резервный щит управления
САОЗ – система аварийного охлаждения активной зоны
СБ – система безопасности
СВО – специальная водоочистка
СГО – специальная газоочистка
СУЗ – система управления и защиты реактора
ТВС – тепловыделяющая сборка
ТВЭГ – тепловыделяющий элемент с гадoliniем
ТВЭЛ – тепловыделяющий элемент
ТГ – турбогенератор
ТПН – турбопитательный насос
ТРО – твердые радиоактивные отходы
ТЭН – трубчатый электронагреватель
УТП – учебно-тренировочное подразделение
УТЦ – учебно-тренировочный центр
ЭБ – энергоблок
ЯР – ядерный реактор
ЯЭР – ядерный энергетический реактор
ЯЭУ – ядерная энергетическая установка

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий

конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки,

критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:

_____ **В.И. Слободчук,**
доцент отделения ЯФиТ(О) НИЯУ МИФИ,
кандидат технических наук

Рецензенты:

_____ **А.С. Шелегов,**
доцент отделения ЯФиТ(О) НИЯУ МИФИ,
кандидат технических наук

_____ **А.М. Жуков**
начальник комплекса критических стендов БФС АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»,
кандидат технических наук