

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 / NUCLEAR POWER PLANTS

название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.04.02 Ядерные физика и технологии

профиль

Radioecology and Radiation Protection

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ 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.

2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ 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.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) МАГИСТРАТУРЫ

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: «Ядерные технологии / Nuclear technologies», «Безопасность ядерной энергетики / Safety of nuclear power engineering», «Ядерная физика / Nuclear physics», «Безопасность ядерной энергетики / Safety of nuclear power engineering», «Экология / Ecology».

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 2 курсе в 4 семестре.

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

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

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	З-УК-2 Знать этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами; У-УК-2 Уметь разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации; определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;

		В-УК-2 Владеть методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта;
ПК-11	Способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам	З-ПК-11 Знать законодательные и нормативные акты, регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности; У-ПК-11 Уметь проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок с учетом их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам; В-ПК-11 Владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам.

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)	32
В том числе:	
<i>лекции</i>	16
<i>практические занятия</i>	16
<i>(из них в форме практической подготовки)</i>	(0)
<i>лабораторные занятия</i>	-
<i>(из них в форме практической подготовки)</i>	(0)
КСР	24
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>экзамен</i>	54
Самостоятельная работа обучающихся	106
Всего (часы):	216
Всего (зачетные единицы):	6

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
1-4	1.	Конструктивное исполнение АЭС	4	4	-	-	30
1	1.1	Общая архитектура и классификация ЯЭУ	1	1	-	-	10
2	1.2	Тепловые схемы АЭС	1	1	-	-	10
3-4	1.3	Конструктивное исполнение ВВЭР, РБМК, БН	2	2	-	-	10
5-12	2.	Оборудование АЭС	8	8	-	-	50
5-7	2.1	Реакторные установки. Главный реакторный контур и его вспомогательные системы	2	4	-	-	20
8-9	2.2	Конденсационные и деаэрационно-питательные установки АС. Схемы конденсатоочистки	2	2	-	-	10
10-11	2.3	Техническое водоснабжение	2	2	-	-	10
12	2.4	Активация и дезактивация на АЭС. Радиоактивные отходы на АЭС. Обращение с радиоактивными отходами.	2	-	-	-	10
13-16	3.	Размещение АЭС	4	4	-	-	26
13-14	3.1.	Размещение АЭС	2	2	-	-	12
15-16	3.2.	Проектные аварии на АЭС	2	2	-	-	14
		Всего:	16	16	-	-	106

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

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Лекционный курс

Неделя	№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-4	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
3-4	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
5-12	2.	Оборудование АЭС	

5-7	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
8-9	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.
10-11	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.
12	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.
13-16	3.	Размещение АЭС	
13-14	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

15-16	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
1-4	1.	Конструктивное исполнение АЭС	
1	1.1	Общая архитектура и классификация ЯЭУ	Ядерная энергетика мира
2	1.2	Тепловые схемы АЭС	Тепловые схемы АЭС
3-4	1.3	Конструктивное исполнение ВВЭР, РБМК, БН	Основные характеристики ВВЭР-1000 Основные характеристики РБМК-1000 Основные характеристики БН-600
5-12	2.	Оборудование АЭС	
5-7	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 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
8-9	2.2	Конденсационные и деаэрационно-питательные установки АС. 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.
10-11	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.
13-16	3.	Размещение АЭС	
13-14	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
15-16	3.2.	Проектные аварии на АЭС	Аварии на АЭС (ТМІ, Чернобыльская АЭС, Фукусима)

Лабораторные занятия
Не предусмотрены.

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, 4 семестр			
1.	Разделы 1-2	З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2 З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	Контрольная работа
2.	Разделы 2-3	З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2 З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	Решение задач
Промежуточная аттестация, 4 семестр			
	Экзамен	З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2 З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	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>Решение задач</i>	16	18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
<i>Экзамен</i>	-		
<i>Экзаменационный билет</i>	-	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.

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

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
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. Андрущенко 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. Доллежалея. – 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

Лекции являются основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных материалов, производственных решений, технических достижений в области Ядерного топливного цикла, освещение главнейших положений безопасности объектов ЯТЦ. В тетради для конспектирования лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись.

В ходе изучения дисциплины часто большое значение имеют рисунки, схемы и поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, которые преподаватель делает на доске и акцентирует Ваше внимание в презентации. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты

лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям и к экзамену.

Практические занятия проводятся в форме семинарских, на которых проводится опрос (устно) по пройденным темам и оцениваются знания студентов. Некоторые занятия проводятся в форме групповых дискуссий, круглых столов, на семинарах также решаются конкретные ситуационные задачи. Для подготовки к ним необходимо заранее ознакомиться с представленными вопросами, которые будут разбираться на занятии. Прочитать лекции по разбираемой теме, основную и дополнительную литературу. На ряде занятий будут представлены доклады.

Рекомендации по организации самостоятельной работы

Согласно учебному плану, ряд вопросов общей программы вынесен для самостоятельной проработки с последующей проверкой полученных знаний и их закрепления на практических занятиях.

При подготовке к практическим занятиям необходимо:

1. Прочитать литературу, рекомендованную преподавателем, а также конспект лекций.
2. Готовясь к занятию, не пытайтесь все выучить. Главное усвоить основные понятия, и что самое важное разбираться в них. Не бойтесь на практических занятиях выяснять у преподавателя ответ на интересующий вас вопрос и высказывать свое мнение.

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу.

Основное в подготовке к сдаче экзамена – это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать экзамен. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы должен распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнение намеченной работы.

В период подготовки к экзамену студент вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу.

Для успешной сдачи экзамена по дисциплине студенты должны принимать во внимание, что все основные категории дисциплины, которые указаны в рабочей программе, нужно знать, понимать их смысл и уметь его разъяснить; указанные в рабочей программе формируемые компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы студентом; практические занятия способствуют получению более высокого уровня знаний и, как следствие, более высокой оценке на экзамене; готовиться к экзамену необходимо начинать с первой лекции.

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

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
- использование компьютерного тестирования;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
- Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.
- Локальная компьютерная сеть и глобальная сеть Интернет.

12.3. Перечень информационных справочных систем

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, www.consultant.ru (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
- 2) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK;
- 3) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 4) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, www.book.ru;
- 5) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
- 6) Базовая версия ЭБС IPRbooks, www.iprbooks.ru;
- 7) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» www.studentlibrary.ru;
- 8) Электронно-библиотечная система «Айбукс.py/ibooks.ru»,
- 9) <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
- 10) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

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

Для лекционных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная ноутбуком и проектором.

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.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении

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 Т-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 ВРБМК-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 редукционная установка сброса пара в атмосферу
 БРУ-Д - быстродействующая редукционная установка сброса пара в деаэратор
 БРУ-К - быстродействующая редукционная установка сброса пара в конденсатор турбины
 БРУ-СН - быстродействующая редукционная установка сброса пара в коллектор собственных нужд
 БРУ-ТК - быстродействующая редукционная установка сброса пара в технологический конденсатор
 БС – барабан-сепаратор
 БЩУ – блочный щит управления
 ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор
 ВКУ – внутрикорпусные 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 так же 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